

PATENT APPLICATION SERIAL NO. \_\_\_\_\_

U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE  
PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
FEE RECORD SHEET

08/06/2002 SDIRETR1 00000038 090457 10211109

01 FC:101	740.00 CH
02 FC:103	252.00 CH

# PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD

Effective October 1, 2001

Application or Docket Number

10211109

## CLAIMS AS FILED - PART I

(Column 1) (Column 2)

TOTAL CLAIMS	34	
FOR	NUMBER FILED	NUMBER EXTRA
TOTAL CHARGEABLE CLAIMS	34 minus 20 =	* 14
INDEPENDENT CLAIMS	3 minus 3 =	*
MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT <input type="checkbox"/>		

SMALL ENTITY TYPE ☐ OR

OTHER THAN SMALL ENTITY

RATE	FEE
BASIC FEE	370.00
X\$ 9=	
X42=	
+140=	
TOTAL	

OR

RATE	FEE
BASIC FEE	740.00
X\$18=	252
X84=	
+280=	
TOTAL	992

TOTAL

OR

TOTAL

\* If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2

## CLAIMS AS AMENDED - PART II

(Column 1) (Column 2) (Column 3)

AMENDMENT A	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA
	Total	*	Minus	**
	Independent	*	Minus	***
	FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM <input type="checkbox"/>			

SMALL ENTITY OR

OTHER THAN SMALL ENTITY

RATE	ADDITIONAL FEE
X\$ 9=	
X42=	
+140=	
TOTAL	

OR

RATE	ADDITIONAL FEE
X\$18=	
X84=	
+280=	
TOTAL	

TOTAL

OR

TOTAL

(Column 1) (Column 2) (Column 3)

AMENDMENT B	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA
	Total	*	Minus	**
	Independent	*	Minus	***
	FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM <input type="checkbox"/>			

RATE	ADDITIONAL FEE
X\$ 9=	
X42=	
+140=	
TOTAL	

OR

RATE	ADDITIONAL FEE
X\$18=	
X84=	
+280=	
TOTAL	

TOTAL

OR

TOTAL

(Column 1) (Column 2) (Column 3)

AMENDMENT C	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA
	Total	*	Minus	**
	Independent	*	Minus	***
	FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM <input type="checkbox"/>			

RATE	ADDITIONAL FEE
X\$ 9=	
X42=	
+140=	
TOTAL	

OR

RATE	ADDITIONAL FEE
X\$18=	
X84=	
+280=	
TOTAL	

TOTAL

OR

TOTAL

\* If the entry in column 1 is less than the entry in column 2, write "0" in column 3.

\*\* If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 20, enter "20."

\*\*\* If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 3, enter "3."

The "Highest Number Previously Paid For" (Total or Independent) is the highest number found in the appropriate box in column 1.

<b>MULTIPLE DEPENDENT CLAIM FEE CALCULATION SHEET</b> (FOR USE WITH FORM PTO-875)							SERIAL NO.	FILING DATE					
							APPLICANT(S)						
<b>CLAIMS</b>													
	AS FILED		AFTER 1st AMENDMENT		AFTER 2nd AMENDMENT			*		*		*	
	IND.	DEP.	IND.	DEP.	IND.	DEP.		IND.	DEP.	IND.	DEP.	IND.	DEP.
1							51						
2							52						
3							53						
4							54						
5							55						
6							56						
7							57						
8							58						
9							59						
10							60						
11							61						
12							62						
13							63						
14							64						
15							65						
16							66						
17							67						
18							68						
19							69						
20							70						
21							71						
22							72						
23							73						
24							74						
25							75						
26							76						
27							77						
28							78						
29							79						
30							80						
31							81						
32							82						
33							83						
34							84						
35							85						
36							86						
37							87						
38							88						
39							89						
40							90						
41							91						
42							92						
43							93						
44							94						
45							95						
46							96						
47							97						
48							98						
49							99						
50							100						
TOTAL IND.	3						TOTAL IND.						
TOTAL DEP.	31						TOTAL DEP.						
TOTAL CLAIMS	34						TOTAL CLAIMS						

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: K. Surugucchi

Group Art Unit: : IBM Corporation  
Examiner: : Intellectual Property Law  
Serial No.: : Dept. N50, Bldg. 040-4  
Filed: Herewith : 1701 North Street  
Title: Method And Apparatus For Enhancing : Endicott, NY 13760  
Reliability And Scalability Of Serial Storage Devices

Assistant Commissioner For Patents

Washington, D.C. 20231

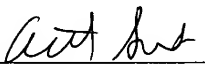
Dear Sir:

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

It is respectfully requested that the publications identified on the enclosed PTO-1449 Form(s) be considered by the United States Patent and Trademark Office (USPTO) in the subject United States patent application and be made of record herein. A copy of each publication is enclosed.

Respectfully submitted,

Dated: 7/31/2002  
Telephone: 607-755-3225  
Fax: 607-755-3250

By:   
Arthur J. Samodovitz  
Reg. No. 31,297

JCS45 U.S. PTO  
10/211109  
06/01/02

# INFORMATION DISCLOSURE CITATION

(Use several sheets if necessary)

Docket Number (Optional)

SJO920010091US1

Application Number

Applicant(s)

K. Suruguchi

Filing Date

Herewith

Group Art Unit

10/21/09  
U.S. PTO  
08/01/02

## U.S. PATENT DOCUMENTS

*EXAMINER INITIAL	REF	DOCUMENT NUMBER	DATE	NAME	CLASS	SUBCLASS	FILING DATE IF APPROPRIATE
	AA	5,530,960	6/96	Parks et al			
	AB	5,542,065	7/96	Burkes et al			
	AC	5,566,345	10/96	Ostrowski			
	AD	5,583,995	12/96	Gardner et al			
	AE	5,606,672	2/97	Wade			
	AF	5,611,056	3/97	Hotchkin			
	AG	5,664,155	9/97	Elko et al			
	AH	5,727,181	3/98	Beglin et al			
	AI	5,828,854	10/98	Wade			
	AJ	5,905,885	5/99	Richter et al			
	AK	5,933,427	8/99	Liang			

## FOREIGN PATENT DOCUMENTS

	REF	DOCUMENT NUMBER	DATE	COUNTRY	CLASS	SUBCLASS	Translation	
							YES	NO
	AL							
	AM							
	AN							
	AO							
	AP							

## OTHER DOCUMENTS (Including Author, Title, Date, Pertinent Pages, Etc.)

	AR	Elektronik, Vol. 49, No. 24, pp. 52-55, "A rapid crossbar switch for interconnection of microcomputers and memory: "The RapidIO", by H. Strass.
	AS	1999 International Symposium on Database Applications in Non-Traditional Environments, Nov. 28-30, 1999, Kyoto, Japan, "Autonomous Disks for Advanced Database Applications", by Haruo Yokota.

EXAMINER	DATE CONSIDERED
----------	-----------------

EXAMINER: Initial if citation considered, whether or not citation is in conformance with MPEP Section 609; Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

# INFORMATION DISCLOSURE CITATION

(Use several sheets if necessary)

Docket Number (Optional)

SJO920010091US1

Application Number

Applicant(s)

K. Surugucchi et al

Filing Date

Herewith

Group Art Unit

## U.S. PATENT DOCUMENTS

*EXAMINER INITIAL	REF	DOCUMENT NUMBER	DATE	NAME	CLASS	SUBCLASS	FILING DATE IF APPROPRIATE
	AA	5,944,838	8/99	Jantz			
	AB	5,949,979	9/99	Snow et al			
	AC	5,953,352	9/99	Meyer			
	AD	6,073,218	6/00	DeKoning et al			
	AE	6,138,176	10/00	McDonald et al			
	AF	6,148,414	11/00	Brown et al			
	AG	6,173,351 B1	1/01	Garnett et al			
	AH	6,185,697 B1	2/01	Shiraishi			
	AI	6,192,492 B1	2/01	Masiewicz et al			
	AJ	6,199,137 B1	3/01	Aguilar et al			
	AK	6,205,500 B1	3/01	Sabotta et al			

## FOREIGN PATENT DOCUMENTS

	REF	DOCUMENT NUMBER	DATE	COUNTRY	CLASS	SUBCLASS	Translation	
							YES	NO
	AL							
	AM							
	AN							
	AO							
	AP							

## OTHER DOCUMENTS (Including Author, Title, Date, Pertinent Pages, Etc.)

	AR	Proceedings of Mini/Micro Southeast, Jan. 17-19, 1984, pp. 1-10, "Custom LSI For SCSI Controllers", by Daniel Loski.

EXAMINER

DATE CONSIDERED

EXAMINER: Initial if citation considered, whether or not citation is in conformance with MPEP Section 609; Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

**INFORMATION DISCLOSURE CITATION**  
(Use several sheets if necessary)

Docket Number (Optional)

**SJO920010091US1**

Application Number

Applicant(s)

**K. Surugucchi**

Filing Date

**Herewith**

Group Art Unit

**U.S. PATENT DOCUMENTS**

*EXAMINER INITIAL	REF	DOCUMENT NUMBER	DATE	NAME	CLASS	SUBCLASS	FILING DATE IF APPROPRIATE
	AA	6,219,753 B1	4/01	Richardson			
	AB	6,223,236 B1	4/01	Kori			
	AC	6,223,242 B1	4/01	Sheafor et al			
	AD						
	AE						
	AF						
	AG						
	AH						
	AI						
	AJ						
	AK						

**FOREIGN PATENT DOCUMENTS**

	REF	DOCUMENT NUMBER	DATE	COUNTRY	CLASS	SUBCLASS	Translation	
							YES	NO
	AL							
	AM							
	AN							
	AO							
	AP							

**OTHER DOCUMENTS** (Including Author, Title, Date, Pertinent Pages, Etc.)

	AR	
	AS	

EXAMINER

DATE CONSIDERED

EXAMINER: Initial if citation considered, whether or not citation is in conformance with MPEP Section 609; Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

? t s13/9/all

13/9/1

DIALOG(R)File 2:INSPEC

(c) 2001 Institution of Electrical Engineers. All rts. reserv.

6888726 INSPEC Abstract Number: C2001-05-5610S-005

Title: CompactPCI module bus standard: new developments

Author(s): Brough Turner, R.

Journal: Elektronik vol.50, no.4 p.94-7

Publisher: WEKA-Fachzeitschriften,

Publication Date: 20 Feb. 2001 Country of Publication: Germany

CODEN: EKRKAR ISSN: 0013-5658

SICI: 0013-5658(20010220)50:4L:94:CMSD;1-Q

Material Identity Number: E071-2001-005

Language: German Document Type: Journal Paper (JP)

Treatment: Applications (A); General, Review (G); Practical (P)

Abstract: General discussion of CompactPCI module standards. Refers to the requirement for "hot swapping". Refers to a PC-I/O standard being developed, termed "\*Infiniband\*", and to the CompactNET system for IP packet switching. Also lists the ATM CellBus, Ethernet and the H.110 CT (Computer Telephony) bus. Emphasises the need for retaining a PCI standard ensuring uniform architecture. (0 Refs)

Subfile: C

Descriptors: asynchronous transfer mode; local area networks; packet switching; standards; system buses

Identifiers: CompactPCI module bus standard; hot swapping; PC-I/O standard; \*Infiniband\*; IP packet switching; ATM CellBus; Ethernet; H.110 CT; uniform architecture

Class Codes: C5610S (System buses)

Copyright 2001, IEE

13/9/2

DIALOG(R)File 2:INSPEC

(c) 2001 Institution of Electrical Engineers. All rts. reserv.

② 6814789 INSPEC Abstract Number: C2001-02-5610S-011

Title: A rapid crossbar switch for interconnection of microcomputers and memory: "The RapidIO"

Author(s): Strass, H.

Journal: Elektronik vol.49, no.24 p.52-5

Publisher: WEKA-Fachzeitschriften,

Publication Date: 28 Nov. 2000 Country of Publication: Germany

CODEN: EKRKAR ISSN: 0013-5658

SICI: 0013-5658(20001128)49:24L:52:RCSI;1-2

Material Identity Number: E071-2000-025

Language: German Document Type: Journal Paper (JP)

Treatment: Applications (A); Practical (P)

Abstract: Describes a crossbar switch for data, to replace internal buses on computer boards and backplanes. This achieves a bandwidth up to 4 Gigabytes/sec, and can interface directly with Fibre Channel. Comparisons with "\*InfiniBand\*" connections are made. RapidIO chips are defined as bidirectional switching elements between logic, memory and processor chips, using a source synchronous data protocol responsive to both flanks. Data transfer is in packets. Implementation can be achieved in 20000 gate FPGAs



from ALTERA. Applications in generation of bridges for PCVI segments are referred to. Reference is made to crossbar data switches from Mercury Systems. The RapidIO trade association is announced, including Mercury Systems and Motorola. (0 Refs)

Subfile: C

Descriptors: field programmable gate arrays; system buses; transport protocols

Identifiers: rapid crossbar switch; RapidIO; Fibre Channel; bidirectional switching elements; source synchronous data protocol; FPGAs

Class Codes: C5610S (System buses); C5640 (Protocols)

Copyright 2001, IEE

13/9/3

DIALOG(R) File 2:INSPEC

(c) 2001 Institution of Electrical Engineers. All rts. reserv.

6791099 INSPEC Abstract Number: B2001-02-4125-010, C2001-02-5490-001

Title: Optical links eliminate bulky box-to-box cables

Author(s): Bursky, D.

Journal: Electronic Design vol.48, no.22 p.78-81

Publisher: Penton Publishing,

Publication Date: 30 Oct. 2000 Country of Publication: USA

CODEN: ELODAW ISSN: 0013-4872

SICI: 0013-4872(20001030)48:22L:78:OLEB;1-S

Material Identity Number: E140-2000-028

U.S. Copyright Clearance Center Code: 0013-4872/2000/\$2.00+\$1.00

Language: English Document Type: Journal Paper (JP)

Treatment: Applications (A); Practical (P)

Abstract: Designers at Agilent Technologies have come up with parallel fiber-optic transmitter and receiver modules and a standard ribbon fiber-connector interface. Designers at the company took advantage of the dropping cost of moderate-performance optical interfaces. The interface cost has come down thanks to the availability of low-cost optical fibers, standardized transmitter and receiver modules, and the development of vertical-cavity surface-emitting laser (VCSEL) diodes. Additional help came from the availability of low-cost silicon to perform parallel-to-serial and serial-to-parallel conversions. Agilent expects such modules to find a ready home in OC-132 10-Gbit/s very-short-reach (VSR) interconnects, \*Infiniband\* systems, and large multiprocessor system interconnects. The company also envisions them in use as even a common I/O that could replace legacy PCI and PCI-X interfaces. (0 Refs)

Subfile: B C

Descriptors: data communication; optical fibres; optical interconnections; surface emitting lasers; system buses; transceivers

Identifiers: parallel fiber-optic transceiver modules; standard ribbon fiber-connector interface; low-cost optical fibers; VCSEL;

parallel-to-serial conversion; serial-to-parallel conversion; OC-132;

very-short-reach interconnects; \*Infiniband\* systems; multiprocessor system interconnects; PCI; 10 Gbit/s

Class Codes: B4125 (Fibre optics); C5490 (Other aspects of analogue and digital computers); C5610S (System buses)

Numerical Indexing: bit rate 1.0E+10 bit/s

Copyright 2000, IEE

# Elektronik

FACHZEITSCHRIFT FÜR INDUSTRIELLE ANWENDER UND ENTWICKLER

28. November 2000

24

9.-DM-67.-S-9.-sfr.

TK 7800.E632

**Klein, kostengünstig, energiesparend: Eine Minikamera mit einem CMOS-Bildsensor mit integrierter Optik und DSP hat 397 x 291 Bildpunkte bei nur einem Zentimeter Kantenlänge**

## Das Auge des Handys

**Feldbusse**

Funk-Übertragung schließt Echtzeit-Steuerung nicht aus

**Geschaltete Verbindung statt Bus**

Rapid I/O: Schneller, am schnellsten

**Embedded-Systeme**

FreeDOS: Freies Betriebssystem im „ausgereiften“ Beta-Stadium

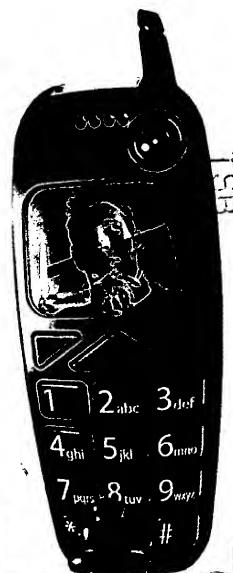
**Elektronische Motorsteuerung**

Mit moderner Technik Energiekosten einsparen

**CompactPCI-Spezifikationen**

Die Mühen der Normungsarbeit haben sich gelohnt

Besuchen Sie die  
"Elektronik"  
auf der SPS/IPC/Drives  
in Halle 4, Stand 4-112.  
28.-30.11.2000 in Nürnberg



BEST AVAILABLE COPY

In diesem Heft:

**Spezial „Embedded Design“**

- Embedded-Applikationen: Effizient mit Java entwickeln
- Fehlervermeidung mit Matlab und C++
- Telekommunikation: DSP-Tool simuliert Anwendungen

BEST AVAILABLE COPY

# Abschied vom Bus RapidIO

## Geschaltete Verbindung als Nachfolger für Busarchitekturen

Bei den schnellsten Verbindungen innerhalb eines Computersystems – z.B. zwischen Prozessor und Speicher – sind Busse ein Nadelöhr, durch das sich alle Daten zwängen müssen. RapidIO ist eine geschaltete Verbindung ähnlich der in einer Telefonvermittlung, die so schnell ist, dass moderne Bausteine die Daten mit ihrer internen Frequenz übertragen können. Trotzdem eignet sich RapidIO auch für Verbindungen auf einer Backplane und dürfte sich im Kommunikationsbereich bald durchsetzen.

Von Hermann Strass

Mikroprozessoren für industrielle und Embedded-Anwendungen werden vorwiegend als Einplatinen-Computersysteme und auf Steckkarten in Telecom-Systemen zusammen mit anderen Hochleistungs-Chips, wie z.B. DSPs, eingesetzt. Zur Verbindung dieser Chips wurden bisher entweder individuelle, direkte Verbindungen oder der PCI-Bus eingesetzt. Die individuelle Lösung ist zu teuer und zeitaufwendig, der PCI-Bus bringt zu wenig Leistung.

Daher wurde etwa 1998 mit der Entwicklung eines sehr leistungsfähigen Schaltelements zur Verbindung von schnellen Chips begonnen. Die Standardisierungsgruppe VSO inner-

halb der VITA hatte bereits 1994 einen Standard für einen Kreuzschienenverteiler – vorwiegend zwischen Steckkarten in industriellen Computersystemen – verabschiedet. Diese Norm wurde ursprünglich als Entwurf unter dem Namen RACEway von Mercury Systems eingebracht. RACEway wird sehr häufig in besonders leistungsfähigen Computersystemen z.B. zur Echtzeit-Verarbeitung und -Analyse von Radar-, Sonar- oder Satellitendaten oder in Computer-Tomographen eingesetzt. Es gab also eine lange und intensive Praxiserfahrung mit dieser anspruchsvollen Verteilertechnik.

Mercury Systems und Motorola haben dann auf dieser Basis, seit etwa

1998, die Entwicklung für den angestrebten Einsatz als Kreuzschienenverteiler auf Steckkarten in Kommunikations-, Server- und industriellen Rechnersystemen vorangetrieben. Im Frühjahr 2000 wurde diese Entwicklung unter dem neuen Namen RapidIO in der VSO und anschließend auf verschiedenen Konferenzen vorgestellt. Derzeit sind über 20 Firmen Mitglieder der RapidIO Trade Association (RTA).

Unterstützt wird diese Entwicklung inzwischen durch Cisco, Lucent, Nortel und ein Dutzend weiterer Firmen. RapidIO ist eine Weiterentwicklung der parallelen Switch-Technik von RACEway (ANSI/VITA 5-1994 & VITA 5.1). Die geplante Anwendung von RapidIO entspricht fast dem ursprünglichen Einsatzgebiet von PCI. Ein Bus wäre aber bei den heutigen Geschwindigkeiten der Datenübertragung zwischen Chips zu langsam, daher wird die Switch-Technik (wie in einer Telefonvermittlung) eingesetzt.

### Bandbreite bis 4 Gbyte/s

Die RapidIO-Architektur ist die Basis für einen elektronischen Datenübertragungsstandard zur Verbindung von Bausteinen auf Platinen und zwischen Steckkarten über eine Rückwand (Backplane). Dieses Paketvermittlungsverfahren wurde für den Einsatz in Embedded-Systemen, vorzugsweise in der Netzwerk- und Kommunikationstechnik, entwickelt. Bisher war die Datenübertragung innerhalb eines Baugruppenträgers und auf den eingesteckten Platinen eine Leistungsbremse. Mit RapidIO wird dieser Flaschenhals beseitigt. Die Übertragungsraten von zunächst 10 Gbit/s sind schon von Anfang an um Größenordnungen höher als mit PCI möglich und lassen sich noch steigern. Weitere Merkmale sind Software-Unabhängigkeit, Fehlertoleranz und sehr kurze Reaktionszeiten (latency). RapidIO übernimmt auch eine Brückenfunktion zu anderen Übertragungsmedien, wie Fibre Channel, InfiniBand oder PCI, und zu den Prozessor-Chips. Die Paketvermittlung von RapidIO arbeitet ähnlich wie „switched“ TCP/IP. Die Funktionen sind auf drei Hierarchieebenen verteilt (logical, transport, physical). Wegen dieser Funktionsteilung kann

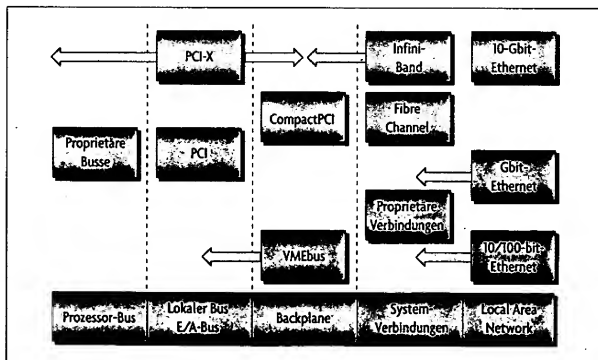


Bild 1. RapidIO wurde vorwiegend als Verbindung zwischen Chips auf einer Platine entwickelt. Das war auch das ursprüngliche Einsatzgebiet von PCI. (Quelle: RapidIO Trade Association)

z.B. spezifische funktionen physikalisch. Die beschreibung ist:

### RapidIO Channel

RapidIO innerhalb der VSO (VITA) hauptsächlich für die Verbindung von Computern und Servern entwickelt. Von der Entwicklung bis zur Markteinführung wurde RapidIO als Standard für die Verbindung von Chips auf einer Platine und zwischen Steckkarten über eine Rückwand (Backplane) entwickelt. Bisher war die Datenübertragung innerhalb eines Baugruppenträgers und auf den eingesteckten Platinen eine Leistungsbremse. Mit RapidIO wird dieser Flaschenhals beseitigt. Die Übertragungsraten von zunächst 10 Gbit/s sind schon von Anfang an um Größenordnungen höher als mit PCI möglich und lassen sich noch steigern. Weitere Merkmale sind Software-Unabhängigkeit, Fehlertoleranz und sehr kurze Reaktionszeiten (latency). RapidIO übernimmt auch eine Brückenfunktion zu anderen Übertragungsmedien, wie Fibre Channel, InfiniBand oder PCI, und zu den Prozessor-Chips. Die Paketvermittlung von RapidIO arbeitet ähnlich wie „switched“ TCP/IP. Die Funktionen sind auf drei Hierarchieebenen verteilt (logical, transport, physical). Wegen dieser Funktionsteilung kann

z.B. später eine neue Transaktionsfunktion hinzugefügt werden, ohne die physikalische Schnittstelle zu ändern. Die besonderen Merkmale sind in *Tabelle 1* zusammengefasst.

### ► RapidIO, InfiniBand, Fibre Channel – wozu?

RapidIO wurde für Anwendungen innerhalb eines Computersystems konzipiert (*Bild 1*). InfiniBand ist dagegen hauptsächlich auf einfache Systemverbindungen über kurze Entfernungen zugeschnitten. Mit InfiniBand werden Computersysteme zu Clustern verbunden. Wenn die InfiniBand-Spezifikation von Extra-Verbindungen für „Host Interconnects“ spricht, ist damit RapidIO gemeint. Fibre Channel zielt auf unternehmensweite Vernetzung mit schneller, verlustloser Übertragung von großen Datenmengen über mittlere und große Entfernungen, z.B. in Speichernetzwerken (Storage Area Networks, SAN). Ethernet dient für die vielseitige Verbindung und zur Übertragung kleiner Datenpakete zwischen Arbeitsstationen im Gebäudebereich. Die Arbeitsstationen werden über Ethernet-Verbindungen zu lokalen Netzen (LAN) oder Gruppen zusammengeschlossen.

RapidIO-Chips sind Schaltelemente zwischen Logik-, Speicher- und Prozessor-Chips (*Bild 2*). Die Schnittstelle ist 8 oder 16 bit breit. Andere Breiten sind auf Grund der Spezifikationen möglich. Es wird die LVDS-Technik (IEEE 1596.3) genutzt, die sich schon seit längerer Zeit für die Übertragung von

Funktion, Merkmal	Vorteile, Begründung
Bandbreite	ab 10 Gbit/s mit 8-bit-Parallelübertragung
Chipgröße	kompaktes Spezial-ASIC oder FPGA
Fehlerverwaltung	behebt selbstständig 1-bit-Fehler und die meisten 2-bit-Fehler auf der Hardware-Ebene
Flexible Topologie	Unterstützung für Punkt-zu-Punkt, Ring, Bus, Stern oder Matrix
Multiprozessor-Betrieb	symmetrisches Multiprocessing, gemeinsamer verteilter Speicher
Prozess- und E/A-Technik	CMOS-Chips (0,25 und 0,18 µm), Standard-LVDS bis 75 cm
Reaktionszeit (Latency)	niedriger Verwaltungsaufwand, optimiert auf Chip-Chip-Verbindungen
Software	Unterstützung für gängige Mikroprozessoren, flexible Speicherzuordnung
Standard	offener Standard für RISC-, DSP-, Kommunikations- und Netzwerk-Prozessoren sowie Speicher-Controller, Peripherie-Chips und herkömmliche Bus-Schnittstellen
Wissen und Erfahrung	die Vorläufer-Technik RACEway ist seit mehr als sechs Jahren durch das ANSI genormt und in der Praxis erprobt

Tabelle 1. Leistungsmerkmale der RapidIO-Architektur

Daten auf den SCSI- und SCI-Bussen bewährt hat. Zunächst sind Taktraten von 500 MHz bis 2 GHz gleichzeitig in beide Richtungen für jeden Port an einem RapidIO-Chip geplant. So können moderne Prozessoren und Hauptspeicher Daten mit ihrer vollen Taktrate direkt übertragen. Bei einer 8-bit-Parallelversion sind das 1000 Mbyte/s bis 4 Gbyte/s je Richtung in jedem Kanal, da mit beiden Flanken Daten übertragen werden. Wegen der Vermittlungstechnik (Switch) steht diese Datenrate für jede geschaltete Verbindung zwischen zwei Teilnehmern (Kanälen) zur Verfügung.

Bei einem Bus würde jeder Teilnehmer nur einen Teil der Übertragungsleistung nutzen können. In einem RapidIO-Fabric (Netz aus Switches) dürfen die einzelnen Verbindungen mit unterschiedlichen Taktraten arbeiten. Systeme können also zukünftig mit schnelleren Komponenten ausgerüstet


werden. Die Daten werden nach dem „Source Synchronous“-Protokoll mit beiden Datenflanken übertragen – ähnlich wie beim 2eSST-Protokoll (VITA 1.5) der schnellen VMEbus-Varianten.

RapidIO verbindet Prozessoren und Hauptspeicherblöcke, daher ist eine niedrige Latenzzeit besonders wichtig. Das wurde bei dem besonders einfachen Protokoll berücksichtigt. Für die Verwaltung werden nur wenige Bits (ab ca. 3 %) am Anfang der Datenpakete beigegeben. Die Paketkopfgröße für die Verwaltung ändert sich nicht mit der Paketgröße (max. 256 byte). Das ist vorteilhaft für die schnelle Übertragung von größeren Datenblöcken. Zur Abarbeitung wird kein Protokollstack benötigt, womit besonders viel Zeitaufwand gespart wird. RapidIO ist für Mikroprozessoren und „Memory-Mapped“-Adressierung besonders gut geeignet. NUMA, ccNUMA und „Message Passing“ (bis 4 Kbyte pro Nach-

BEST AVAILABLE COPY

**F** Wie erreichen Sie zuverlässiges Stecken oder Ziehen von Einschüben

**A** [www.schroff-knowledge.com](http://www.schroff-knowledge.com)



**Schroff®**

A PREMIUM BRAND OF

**P ntair**  
Enclosures

*Knowledge sets the standard.*

## Abkürzungen

ZeSST	2edge Source-Synchronous Protocol
ANSI	American National Standards Organisation
ccNUMA	cache-coherent NUMA
EP	End Point
LAN	Local Area Network
LP	Link Protocol
LVDS	Low Voltage Differential Signalling
MSL	Modified, Shared or Local
NUMA	Non-Uniform Memory Architecture
PCI	Peripheral Component Interconnect
PCI-X	PCI eXtended
RTA	RapidIO Trade Association
SAN	Storage Area Network
SCI	Scalable Coherent Interface
SCSI	Small Computer System Interface
TWG	Technical Working Group
VITA	VMEbus International Trade Association
VSO	VITA Standards Organisation
WG	Working Group

richt) werden unterstützt. Für die Cache-Kohärenz in einem „Globally Shared Memory“-System wird ein einfaches MSL-Protokoll eingesetzt.

RapidIO arbeitet voll duplex auf zwei getrennten Kanälen je Verbindung. So wird keine Bandbreite für die Übertragung von Paketquittungen benötigt. Das Protokoll kennt hauptsächlich das Senden und Empfangen von Datenpaketen sowie die Quit-

verbindungen können mehrfach vergeben werden, um die verfügbare Bandbreite besser zu nutzen.

Die Topologie ist sehr flexibel. Von Punkt-zu-Punkt bis Matrix sind alle üblichen Verbindungsarten erlaubt. Das Protokoll ist nicht abhängig von der physikalischen Übertragungszeit. Die Pakete dürfen in ungeordneter Reihenfolge übertragen werden. Die Adresse ist nicht vom physikalischen

tungsfunktion. Für die Übertragung wird eine von drei Prioritäten vergeben. Wichtigere Pakete mit Einnachrichten werden bevorzugt behandelt. So kann weitgehend deterministisch gearbeitet werden. Jede Datenverbindung arbeitet getrennt von jeder anderen. Bei Fehlern auf einem Datenweg oder bei Engpässen können andere Verbindungen alternativ oder zusätzlich konfiguriert werden. Die Datenwege können also dynamisch, d.h. bedarfsgerecht, geschaltet werden. Zwischen-

Ort oder vom Anschluss im Netz abhängig. Die Funktionen für die Übertragungssteuerung und für die Fehlerüberwachung sowie die Werte für die Signalparameter sind lokal im Chip integriert.

Auf der logischen Ebene ist RapidIO unabhängig von der physikalischen Übertragungstechnik. Es könnten also z.B. serielle oder parallele Datenkanäle mit Kupfer- oder Glasfaser-Verbindungen genutzt werden. Das erste spezifizierte Protokoll (8/16 LP-EP) ist aus praktischen Gründen eine parallele Schnittstelle mit 8 oder 16 bit Breite mit Takt- und Frame-Signalen je Richtung. Bei der 16-bit-Version werden zwei Taktleitungen (je eine für 8 bit) genutzt, um die Phasenverschiebung zwischen den Einzelsignalen klein zu halten. Mit dem Frame-Signal wird der Beginn eines Datenpakets oder eines Steuersignals markiert. Software-Interrupts werden als „Doorbell“-Signale übertragen. Ein Feld mit 16 bit steht zur Codierung der Interrupts zur Verfügung.

Selbst in dieser Entwicklungsphase sind die Chips nicht besonders teuer. Ein erster Versuchschips wurde bereits mit einem Apex-FPGA von Altera mit 20 000 Gattern realisiert. Da bleibt noch Platz für kundenspezifische Besonderheiten im Chip.

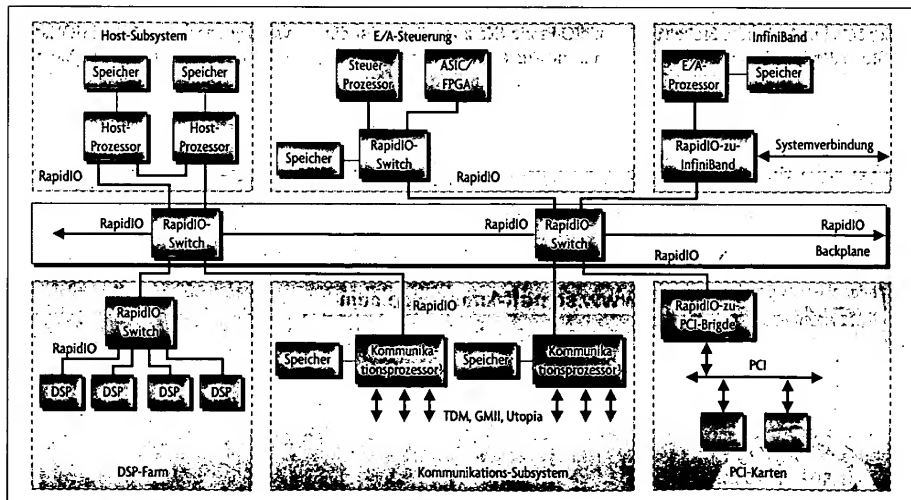


Bild 2. RapidIO ist der Kreuzschienenverteiler (Crossbar Switch) zwischen Steckkarten in einem Computersystem mit einem Übergang zu InfiniBand.

(Quelle: RapidIO Trade Association)

## Hunde

Eine wicht ist die Br mente. D PCI-Buss Netzwerk dungssof tet werde sant für P temen nu bei PCI, v je Bus-Se; RapidIO a nen PCI-S PCI-oder den.

ist Ba giel Archi und Mit inter mie Societ nator ma Büch un

## ► Hunderte von PCI-Karten

Eine wichtige Funktion von RapidIO ist die Brückenbildung für PCI-Segmente. Damit können herkömmliche PCI-Busse in einem sehr schnellen Netzwerk transparent für die Anwendungssoftware miteinander verschaltet werden. Das ist besonders interessant für PCI-X-Busse, da in diesen Systemen nur wenige Karten (ein bis zwei bei PCI, vier bis fünf bei CompactPCI) je Bus-Segment spezifiziert sind. Mit RapidIO als Verbindungselement können PCI-Systeme mit hunderten von PCI- oder PCI-X-Karten aufgebaut werden.



**Hermann Strass**

ist Berater für neue Technologien, insbesondere für Bus-Architekturen, Massenspeicher und industrielle Netzwerke, Mitglied in nationalen und internationalen Normungsgremien, in der IEEE Computer Society sowie Technical Coordinator der VITA in Europa. Hermann Strass ist Autor von Büchern, Zeitschriftenartikeln und organisiert Seminare.

In der RapidIO-Architektur sind zusätzliche Funktionen wie Discovery (Parameter-Abfragen) und Hardware-Fehlermanagement vorgesehen. Diese Funktionen beeinträchtigen aber nicht die Übertragung zwischen herkömmlichen Bus-Anschlüssen an einem RapidIO-System.

Der Kreuzschienenverteiler (Crossbar Switch) RapidIO von Mercury Systems und Motorola ist zur Normung über die VITA vorgestellt worden. RapidIO ist von RACEway (ANSI/VITA 5-1994 und VITA 5.1), einer ANSI-Norm der VITA, abgeleitet. Die Spezifikationen für RapidIO werden von der TWG (Technical Working Group) innerhalb der RapidIO Trade Association (RTA) definiert. Zur RapidIO Trade Association gehörten im Sommer 2000 die in *Tabelle 2* eingetragenen Mitgliedsfirmen. Der Standard wird ausschließlich von den Mitgliedern des „Steering Committee“ entwickelt. Die Mitgliedschaft kostet im Jahr zwischen 9500 und 25 000 US\$, je nach Mitgliedsstufe.

Der Förderverein (RapidIO Trade Association) ist ein eingetragener Verein zur Standardisierung und Förderung der RapidIO-Technik. Das Steering Committee verwaltet den Verein

Steering Committee	Mitglieder
Altera	Altera
Cisco Systems	Cratis
EMC Corporation	Galileo
Hitachi	HAL Computer Systems
Lucent Technologies	FOX
Mercury Computer Systems	Praxium Communications
Motorola	RedSwitch
North Networks	Rydal Research and Development
RapidIO Trade Association	Seapull Semiconductor
404 Balboa St.	Sky Computers
San Francisco, CA 94118, USA	StarGen
Tele 415-730-9263	Tundra
Fax 415-731-4329	VDS Semiconductor
URL: <a href="http://www.rapidio.org">www.rapidio.org</a>	Xilinx
E-Mail: <a href="mailto:info@rapidio.org">info@rapidio.org</a>	

**Tabelle 2. Mitglieder und Adresse der RapidIO Trade Association**

und erstellt die Spezifikationen. Zwei Arbeitsgruppen (Technical WG & Marketing WG) kümmern sich um technische und Marketing-Angelegenheiten.

## ► Boom in ein bis zwei Jahren

RapidIO wird vor allem von Kommunikations- und Netzwerkfirmen für ihre Embedded-Systeme entwickelt. Das ergibt hohe Stückzahlen und damit entsprechend günstige Preise. Die Architektur ist hardware- und software-neutral. Es ist zu erwarten, dass im Zeitraum von ein bis zwei Jahren die Einführung und weitere Verbreitung im Markt erfolgt. Die Vorläufer-Variante RACEway ist mit anderen Einsatzschwerpunkten seit über sechs Jahren in Betrieb, daher ist zu erwarten, dass nicht allzu viele Anfangsprobleme auftreten werden. jk

**BEST AVAILABLE COPY**

**F** Wie erzielen Sie preisgünstig die optimale Schirmung zwischen Baugruppen?

**A** [www.schroff-knowledge.com](http://www.schroff-knowledge.com)

*Knowledge sets the standard.*

**Proceedings**

**1999 International Symposium on  
Database Applications in  
Non-Traditional Environments  
(DANTE '99)**

November 28–30, 1999  
Kyoto, Japan

*Edited by*  
**Yahiko Kambayashi**  
and  
**Hiroki Takakura**

*Sponsored by*  
The Grant-in-Aid for Scientific Research on Priority Areas (A)  
“Advanced Database Systems for Integration of Media and User Environments”  
Kyoto University

*With Incorporate Support by*  
The Information Processing Society of Japan (IPSJ)  
ACM Japan  
ACM SIGMOD Japan



Los Alamitos, California  
Washington • Brussels Tokyo

---

# Autonomous Disks for Advanced Database Applications

Haruo Yokota

Department of Computer Science  
Tokyo Institute of Technology  
yokota@cs.titech.ac.jp

## Abstract

*The scalability and reliability of secondary storage systems are their most significant aspects for advanced database applications. Research on high-function disks has recently attracted a great deal of attention because technological progress now allows disk-resident data processing. This capability is not only useful for executing application programs on the disk, but is also suited for controlling distributed disks so they are scalable and reliable. In this paper, we propose autonomous disks in the network environment by using the disk-resident data processing facility. A set of autonomous disks is configured as a cluster in a network, and data is distributed within the cluster, to be accessed uniformly by using a distributed directory. The disks accept simultaneous accesses from multiple hosts via a network, and handle data distribution and load skews. They are also able to tolerate disk failures and some software errors of disk controllers, and can reconfigure the cluster after the damaged disks are repaired. The data distribution, skew handling, and fault tolerance are completely transparent to hosts. The local communication means the size of the cluster is scalable. Autonomous disks are applicable to many advanced applications, such as a large web server having many IITMI files. We also propose to use rules to implement these functions, and we demonstrate their flexibility by examples of rules.*

## 1. Introduction

The scalability and reliability of a secondary storage system are their most significant aspects for advanced database applications. Storage area networks (SAN) [1] are attracting a great deal of attention as a way of providing scalable and reliable secondary storage environments. Moreover, several academic research projects related to high-function disks have been proposed: the IDISK project at UC Berkeley [2] and the Active Disk projects at Carnegie Mellon [3] and UC Santa Barbara/Maryland [4].

Moving the processing of stored data closer to disks is not a novel approach. Many research projects on database machines were directed to the same goal in the late 1970s and early 1980s [5]: RAP [6], CASSM [7], CAFS [8], GRACE [9], Delta [10], and so on. However, these early database machine projects did not result in practical systems, mainly because of the high costs and the long time required to develop specialized hardware.

The most significant difference between the older approaches and recent work is the use of commodity hardware enabling speedy and cheap implementation of high-function disks. Moreover, technological progress allows disk-resident data processing. Semiconductor technology provides inexpensive and compact microprocessors and memories, so there is room for a disk-resident processor and memory on a controller board in a disk device. Serial link technology, e.g., Fiber Channel, also enables inexpensive, compact high-bandwidth communication between a disk and its hosts. By exploiting the ability to run software on a microprocessor in a disk controller, the disk becomes extremely powerful.

Although the IDISK and Active Disk projects have some differences with respect to application complexity and hardware complexity [2], they have the same goal of executing application programs both on disks and in their hosts. In other words, they focus on functions and mechanisms for user applications, such as decision support systems, relational database operations, data mining, and image processing. Of course, these studies are important, but the application of the high functionality provided by the disk-resident processor to control of distributed disks should also be very influential.

Previous literature only mentioned fault handling and indexing as future work. In this paper, we propose using a distributed directory and rules to handle access traversal, disk skews, and disk failures. We call a disk having these functions an *autonomous disk*. There are several approaches to preventing loss of data due to a disk failure, such as mirroring, using error correcting codes, and applying parity calculation techniques, as described in Patterson's



RAID paper [11]. However, these approaches are less flexible. We propose a primary-backup replication approach with asynchronous backup update using autonomous disks. The replication technique itself is not novel, but it provides a good framework for handling a large number of intelligent disks. The crucial point is that the function of maintaining the replication is performed without involving the hosts.

*Flexibility, scalability and transparency* are very important in the distributed disk environment for advanced database applications. Note that the main focus of this paper is not the replication technique, but the architecture of future disk systems. The remainder of this paper is organized as follows. In Section 2, we describe the concept of the autonomous disk. Section 3 presents strategies for implementing autonomous disks. Section 4 explains the behavior of autonomous disks using rules. We summarize our work and describe possible future work in the final section.

## 2. Concept of Autonomous Disks

### 2.1. Autonomy of network-attached disks

If a large number of high-function disks are installed in a network environment such as a SAN, centralized control will not be efficient. Node autonomy of each disk will provide a sophisticated solution in this situation. However, the notion of autonomy is rather ambiguous. Garcia-Molina explored the notion of node autonomy in distributed environments [12]. There are also many publications related to autonomous databases, such as [13, 14, 15, 16]. Some aspects of node autonomy or autonomous databases may not be applicable to distributed disks. Here, we discuss the properties of autonomy that should be provided by network-attached disks.

A set of autonomous disks configures a cluster in a network environment. A cluster is treated as a unit of access from a host, although the disks in the cluster need not be physically close to each other. The host uniformly accesses an arbitrary disk in the cluster to manipulate data. Disks in a cluster cooperatively handle requests from hosts by local communication among the disks. For these purposes, the following properties are required.

**Data distribution** Data can be fragmented and distributed to a number of disks in the cluster, and shared by hosts connected to the cluster. The sphere of distribution can cover the whole cluster or a part of the cluster. From the database point of view, the fragmentation can be horizontal or vertical, or both. Data can also be replicated for performance or reliability reasons.

**Uniform access from hosts** Since every disk should accept access requests for data stored in any disk in the cluster,

each disk requires a data directory containing information about the allocation of data. The directory should be distributed to every disk in the cluster to avoid access concentration, and consistency must be maintained among the copies. If a disk accepts an access request for data stored in another disk, the request is automatically transmitted to the disk storing the data.

**Concurrency control** Since data in the cluster may be accessed simultaneously from multiple hosts, some concurrency control is required. However, concurrency control among the hosts requires complex mechanisms and many message exchanges among them. It is better to manage the concurrency in the place where the data is stored. The autonomous disk provides concurrency control within a cluster.

**Skew Handling** When any distribution skews or hard skews among the disks occur, they should be detected and a skew handling process should be initiated. In this process, the disks concerned will autonomously migrate data among themselves.

**Fault tolerance** If disk failures or some software errors in a disk controller occur in a cluster, they should autonomously be masked by the disks. To tolerate such failures or errors, replications of data must be kept in the cluster. Therefore, disks must autonomously maintain consistency between the primary and backup data. We could use the parity calculation techniques used in RAID instead of replication, but we focus on data replication here. Graceful degradation due to a failure is autonomously accomplished by the disks. After repairs of disk failures, reconfiguration of the cluster is also done by disks autonomously.

**Heterogeneity** Methods of implementation of these properties, and even the use of autonomous disks from different vendors, are not relevant, if the interfaces between the autonomous disks and hosts, and among disks, are fixed.

The main benefits derived from the above properties are transparency to hosts and scalability of the system. Since hosts need not be concerned about data distribution, skew handling, fault tolerance, and heterogeneity of disks, control overhead of distributed disks becomes quite light.

### 2.2. Host Interface

To support the above-mentioned features of autonomous disks, interfaces among disks and between a host and disks

are very important. Interfaces based on logical block addresses, such as the SCSI interface, are not sufficient to support the desired features. Acharya *et al.* proposed a stream interface for their active disks [4]. The stream-based interface approach is also suitable for implementing the autonomy of disks. Since the concept of streams is rather general, many types of interface unit can be explained as streams. The most popular interface unit of current operating systems is a file that can be straightforwardly treated as a stream. For example, most applications of UNIX use a file as a unit of read and write, and the UNIX pipe mechanism is a typical stream-like treatment for a file. The traditional disk interface, the block, is also treated as a stream. If legacy software requires a block interface, the stream interface can satisfy the requirement. Higher level interfaces can also be supported by the stream interface. For example, a relation (table) or tuples of some relational database system can be seen as a stream. Even a sequence of SQL commands can be treated as a stream. Autonomous disks support a number of basic functions for streams. SCSI commands can also provide functions for the block-level stream interface. We can combine several levels of stream interfaces for disks, such as the block level and file level. In this paper, however, we focus on a file level stream interface for simplicity.

The following are the most basic stream interface:

- Search disks for a stream by identifier (file name),
- Insert a stream into disks,
- Delete a stream from disks,

In the next section, we describe an approach for implementing the file level stream interface.

### 3. Implementation Strategies

#### 3.1. Rule Description

There may be many approaches to implementing the above-mentioned properties of autonomous disks. In this paper, we propose to use active rules, which are also called Event-Condition-Action (ECA) rules [17, 18]. Basic functions are implemented by a programming language, and combined together by the rules to realize the interface commands and autonomy properties of the disks. Of course, all functions can be implemented by a programming language.

The main reason for adopting the rules is to provide user-friendly descriptions for controlling distributed disks and to restrict the capabilities allowed to users. If we allow users to write anything in an ordinary programming language within a disk, they may be puzzled over how to describe what they want to do, and may violate some limit that will destroy some important information for controlling the disk. The rule descriptions permit only combinations of provided

commands, but are flexible enough to manipulate streams and adapt the state of a disk to its behavior. For example, there are several strategies for fault tolerance, such as how many faults should be tolerated, or how often the synchronization function is invoked among replications. If the strategies are specified by rules, a user can easily change strategies simply by changing the conditions and the combination of provided commands. The conditions are types of streams, states of streams, states of the system, and so on. Therefore, the strategies can be specified independently for each stream. Examples will be presented in Section 4.

The rules can be compiled into the programming language to accelerate performance, but the declarative syntax of a rule should be kept as its external appearance. The syntax we use for a rule here is very simple and rather common in active databases:

```
when (an event triggering the rule);
if (conditions for checking the state);
then (actions executed if the conditions are satisfied);
else (actions executed if the conditions are not satisfied).
```

We can omit the else clause.

#### 3.2. Command Layers

In an autonomous disk, there are three layers of commands: *external interface stream commands*, *internal stream commands*, and *internal disk access commands*. The internal disk access commands are ordinal seek, read, and write commands for a disk, such as SCSI commands. The internal stream commands provide the stream interface for rule descriptions, while the external interface stream commands provide the stream interface for hosts.

The external interface stream commands correspond to the three stream host interfaces described in Subsection 2.2:

- `search (HostID, StreamID)`
- `insert (HostID, StreamID, Stream)`
- `delete (HostID, StreamID)`

The `search` command searches the disks in the cluster for a stream having the identifier `StreamID` and returns the stream to the host indicated by `HostID`. If the stream cannot be found within the cluster, it returns false as a return value. The `insert` command inserts the `Stream` into some place corresponding to the `StreamID`. When the insertion succeeds, true is returned to the host `HostID`. The `delete` command searches for the stream of `StreamID` first, then deletes it, and returns the status to the host `HostID`.

These external interface stream commands are implemented using internal stream commands and rules. The following are some of the internal stream commands:

- `send(Destination, Stream)`
- `traverse_directory(StreamID)`
- `insert_local(Location, StreamID, Stream)`
- `delete_local(Location, StreamID)`
- `mapping(DiskID, Type)`
- `compose(Substreams)`
- `decompose(Stream)`

The internal stream commands are not limited to these. If some new functions are required, new internal commands can be introduced. These commands are implemented using a familiar programming language and the internal disk access commands. Some internal stream commands themselves are implemented by combinations of internal commands and rules. From the heterogeneity point of view, implementation of the internal stream commands can be varied for each disk. A crucial point is that the internal stream commands should not affect the basic disk control function of protecting the disk from illegal use of the commands. The `send` command sends a stream to a destination. Since the disk identifier is known at the internal stream command level, the destination is either `HostID` or `DiskID`. There is no difference between disk-host and disk-disk communication at this level.

Each disk has a part of the distributed directory. We propose the Fat-Tree as a distributed directory structure capable of supporting a high-speed access method and a load-balancing mechanism among disks [19]. In the Fat-Tree, the lower level index nodes, which have relatively high update frequencies, have few copies while the upper level index nodes, which have low update frequencies, are copied to many disks. For this reason, the Fat-Tree also has the advantage of lower synchronization cost among disks when the Tree structure is modified by repeated update operations. The `traverse_directory` command returns an identifier of the disk containing the stream and its location in the disk. The commands `insert_local` and `delete_local` actually execute insert and delete operations for the stream at the location in the disk.

As we mentioned in the paragraph on treatment for fault tolerance, we replicate data into several disks. The replicas are updated asynchronously, because synchronous backup update has a large overhead for synchronization. We use log files to implement the asynchronous backup update. For that purpose, we need meta-information for mapping disks for keeping primary, backup and logs. The command `mapping` returns a copy of the mapping information kept in each disk.

A stream can be fragmented into multiple substreams stored in different disks to enhance disk throughput. The command `decompose` fragments a stream into substreams, and `compose` regenerates the original stream from the fragmented substreams.

### 3.3. Concurrency Control

As already described in Subsection 2.1, concurrency control should be done within a cluster. A stream should be locked by internal commands. Since the locks are managed in the autonomous disk storing the stream, communication for managing locks is not required. If the stream is divided into substreams for data distribution, a stream `StreamID` containing the list of its substreams is locked. Of course, some kind of transaction mechanism is required for concurrency control. The `HostID` can be used as a transaction identifier. For that reason, the `HostID` should be a logical host identifier, i.e., it needs to indicate not only a physical host in the network environment but also a user process in the host that submits the access request.

On the other hand, the distributed commitment process of a transaction is beyond the scope of the autonomous disks. An execution of an external interface stream command can be seen as a leaf transaction of a nested transaction. The leaf transaction is not aborted from outside. Therefore the commitment of the root transaction in a host should be done in the host, based on the semantics of the transaction.

## 4. Behavior Explanation by Rules

### 4.1. Traversal in the Distributed Directory

We now consider rules for explaining the behavior of autonomous disks by combining the internal stream commands. We first define a rule for the `search` command:

```
Rule_1:
when search(HostID, StreamID);
if (D = traverse_directory(StreamID)).disk == Own
and D.type == single;
then send(HostID, D.stream).
```

This rule means that a disk traverses a distributed directory, such as the Fat-Tree, to derive the location of the stream indicated by `StreamID` when it receives a `search` command via the network. If the result of the directory traversal indicates that the stream is stored within the disk, it returns the stream to the host identified in the interface command. If the stream does not exist in the disk, it transmits the command to a disk that may contain the stream.

```
Rule_2:
when search(HostID, StreamID);
if (D = traverse_directory(StreamID)).disk != Own;
then send(D.disk, search(HostID, StreamID)).
```

If the target stream is fragmented into a number of disks, the stream identified by `StreamID` is not the target stream itself, but is a list of identifiers for the substreams. Therefore, the rule for searching fragmented stream is defined as:

```

Rule_3:
when search(HostID, StreamID);
if (D = traverse_directory(StreamID)).disk
    == Own
    and D.type == fragmented;
then send(HostID,
    compose(search_list(Own, D.stream))).

```

The `search_list` internal stream command searches for substreams according to the list of `D.stream`. These substreams are finally composed as a stream and returned to the host.

These three rules, Rule\_1, Rule\_2, and Rule\_3, are triggered at the same time, and check their conditions. Hereafter, for simplicity, we concentrate on the case where the stream is not fragmented. However, the treatment of the fragmented stream is easily installed by appending rules such as Rule\_3.

#### 4.2. Asynchronous Backup Update

The `insert` and `delete` commands are implemented similarly to the `search` command. However, if the target stream of these update commands is replicated, the replicas must be updated as well. Backups of the stream must be placed on different disks to the primary, but each disk will contain both primaries and backups of different streams. Since simultaneous update of these replicas is expensive because of the synchronization cost, we consider asynchronous backup update operations here. To implement these, the following rule is defined:

```

Rule_4:
when insert(HostID, StreamID, Stream);
if (D = traverse_directory(StreamID)).disk
    == Own;
then t = mapping(Own, log);
    lock(StreamID);
    send(D.disk, put_log(D,
        insert(HostID, StreamID, Stream)));
    insert_local(D.location,
        StreamID, Stream);
    unlock(StreamID);
    send(HostID, true);
else send(D.disk,
    insert(HostID, StreamID, Stream)).

```

The rule first checks the location of the stream as does the rule of the `search` command. If the stream should not be stored in the current disk, it transmits the command to an appropriate disk. If the disk is the correct one to store the stream, it derives the identifier of another disk for storing its log by using the `mapping` command, sends the log information to the log disk, actually inserts the stream into the appropriate location with the `insert_local` command, and returns the value `true` as the success flag. Backups are not updated at this point. If the amount of log information exceeds a threshold, the log information is transferred to

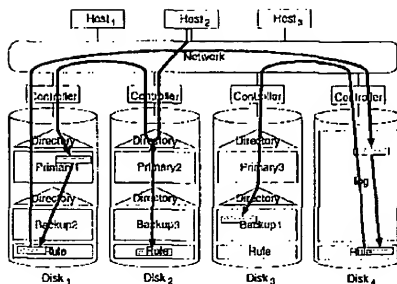


Figure 1. Data flow in autonomous disks

backup disks, and the contents of the backup are brought up to date. The procedure is implemented by the following rule. The disk identifier of backup is also derived by the mapping command.

```

Rule_5:
when put_log(D, CMD);
if count(log, D) > threshold;
then insert_local(log(D, CMD),
    B = mapping(D, backup),
    catch up(Own, D, B));
else insert_local(log(D, CMD)).

```

An example of data flow for an insert operation is illustrated in Figure 1. In this example, Host2 submits a request to insert a stream to Disk3 via the network. However, the stream should be stored into Disk1 for proper data distribution. Rule\_4 is triggered to derive the destination disk, Disk1, using the `traverse_directory` command, and to transmit the request to Disk1 by the `else` clause of Rule\_4. In Disk1, Rule\_4 is triggered again, but it executes an actual insert operation instead of transmitting the request, since `traverse_directory` indicates that the current disk is appropriate. During the insertion process, Disk1 sends log information to the log disk (Disk4) indicated by the mapping information according to the WAL (write ahead log) protocol, and executes the internal stream command `insert_local`. It finally returns the value `true` to Host2.

Update logs accumulate gradually in Disk4, and each put-log operation triggers a check operation on the log size. When the log size exceeds a threshold, catch-up operations are asynchronously invoked by Rule\_5. In these operations, the accumulated logs are transmitted and applied to the corresponding backup disk (Disk3).

The communication structure of the example is depicted

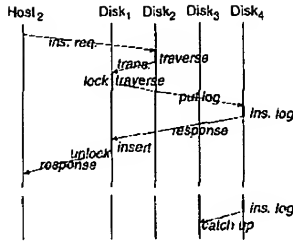


Figure 2. Communication Structure using Autonomous Disks

in Figure 2. It is easy to see that the whole process is independent of the host except for the first command submission and the receipt of the response. In contrast, the host must control every disk I/O if we want to execute the same function using ordinary disks. The communication structure of the same situation using ordinary disks is depicted in Figure 3. These two figures also demonstrate that the total communication on the network is reduced with autonomous disks.

If we use autonomous disks, the target stream is locked and unlocked in the disk storing the stream for the concurrency control. Any hosts desiring to access the stream will reach the disk via the distributed directory, and will try to acquire a lock on the stream in the disk. Thus, no extra communication for controlling concurrency is required for autonomous disks. On the other hand, each host must manage locks to access the clustered disks as in Figure 3. If a host wants to access a disk page in the cluster, the host communicates to all the other hosts or a host associated with the disk page, to try to acquire a lock on the page.

#### 4.3. Varying Strategies

In this example, the catch-up operation is invoked only when the size of the pre-applied log exceeds a threshold. We can modify the strategy by changing the rules. For example, we can use load skew information to trigger the catch-up operation, or make the backup and log disks wait until their workload is low.

We can also vary the strategies for fault tolerance, but only by changing the rule definitions. The log can also be duplicated to improve the reliability of the system. Rule\_4 can be changed to treat double logs as follows:

```
Rule_4':
  when Insert(HostID, StreamID, Stream);
```

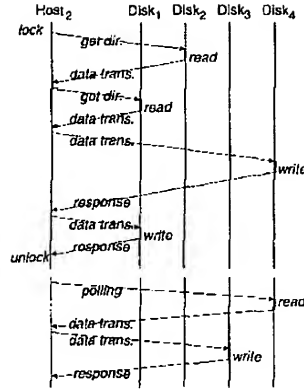


Figure 3. Communication Structure using Ordinary Disks

```
if (D = traverse_directory(StreamID)).disk == Own
  and D.type == double_log;
then L1 = mapping(Own, log1),
     L2 = mapping(Own, log2),
     lock(StreamID),
     send(L1.disk, put_log(D,
       insert(HostID, StreamID, Stream))),
     send(L2.disk, put_log(D,
       insert(HostID, StreamID, Stream))),
     insert_local(D.location,
       StreamID, Stream),
     unlock(StreamID),
     send(HostID, true);
else send(D.disk, insert(HostID,
  StreamID, Stream)).
```

In this example, the update logs are sent and written to the two disks indicated by the mapping information. We can also easily change the number of backup disks:

```
Rule_5':
  when put_log(D, CMD);
  if count(log, D) > Threshold
  and D.type == double_backup;
  then insert_local(log(D, CMD)),
       R1 = mapping(D, backup1),
       catch_up(Own, D, R1),
       R2 = mapping(D, backup2),
       catch_up(Own, D, R2);
  else insert_local(log(D, CMD)).
```

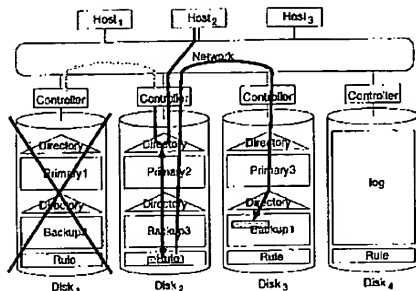


Figure 4. Fault treatment in autonomous disks

The increase of replication is effective for concurrent retrieval operations. The replication of a stream is transparent to hosts except for administrator hosts. The information about replication is stored as a property of the stream in the distributed directory.

The fragmentation of a stream is also transparent to hosts. The size of the stream or the access patterns for the stream are used as criteria for fragmentation. The decompose operation of the stream is also treated by rules. These strategies are varied according to the situation of each stream. In other words, each stream has its own strategy. This is a strong benefit derived by adopting the rule mechanism.

#### 4.4. Handling Disk Failures or Errors

If there are disk failures or software errors that stop the disk controller, traversal of the distributed directory will be interrupted. In that case, the following rule will be invoked.

```
Rule_6:
when failure(search(HostID, StreamID));
if B = mapping{
  (D = traverse_directory(StreamID)),
  backup;
then catch_up(mapping(D, log), D, B);
send(B, search_backup(HostID, StreamID)).
```

The rule finds a backup disk by using mapping information, invokes a catch-up operation for the backup disk, and continues the traverse operation on the backup disk. The flow of fault treatment is illustrated in Figure 4. In this example, Disk<sub>2</sub> tries to transmit a search command to Disk<sub>1</sub>, but Disk<sub>1</sub> cannot be accessed because of a disk failure or

some software errors in the controller of the disk. Then Rule\_6 invokes a catch-up operation on the backup disk (Disk<sub>3</sub>), and transmits the search command to it.

#### 4.5. Skew Handling

Distribution skew is basically handled by the distributed directory. The Fat-Btree [19] is capable of handling distribution skew. It detects the skew, and migrates overloaded data to the logical neighboring disks. Therefore, the skew is systematically dissipated through the cluster. Algorithms for detecting skew and migrating data are presented in [19]. Cluster reconfiguration after replacing a failed disk with a new disk is a special case of skew handling for the Fat-Btree. The new empty disk is gradually filled with the migrated streams.

#### 5. Concluding Remarks

We have proposed a concept of autonomous disks that configure a cluster in a storage area network (SAN) for advanced database applications. Data is distributed in the cluster and accessed uniformly as a stream by using a distributed directory. The disks accept simultaneous accesses from multiple hosts via the network, and control concurrency among themselves. They also autonomously handle data distribution, load skews, disk failures and some software errors in the disk controllers, and cluster reconfiguration after a repair. These aspects are accomplished within the cluster of autonomous disks without interaction with hosts. This provides excellent transparency from hosts.

If we treat a file as a stream in the autonomous disks, they become very applicable to many advanced applications. For instance, Internet providers or web directory servers having a large number of HTML files have difficulty in maintaining those files. The proposed autonomous disks capable of handling file streams are very effective for such situations using the distributed directory.

We also propose a mechanism for implementing the functions of autonomous disks. We utilize a distributed directory effectively, and prepare three command layers: external stream commands, internal stream commands, and internal disk access commands. The external stream commands are implemented using the internal stream commands and active rules. The combination of command layers and rules enables users to describe the behavior of the autonomous disks easily. They also provide flexibility for varying the management strategies for individual streams. Moreover, hosts are not involved in communication among disks to realize these functions. This fact provides high scalability of the system.

The transparency, flexibility, and scalability derived from this approach are essential. The variety of functions

provided for hosts and disks allows the applications on the hosts to be independent of the disk configuration. Autonomous disks are also effective in a scalable network environment containing a number of hosts and disks.

These functions can be implemented in PC clusters, although we intend to install them eventually in functional disks having disk-resident processors. We plan to implement an experimental system using PCs connected by a network to evaluate the mechanism.

## Acknowledgments

This research was partially supported by the Ministry of Education, Science, Sports and Culture, Japan, by a grant for Scientific Research on Priority Areas (08244205/09230206/08244105), and also by SRC (Storage Research Consortium in Japan).

## References

- [1] Barry Phillips. Have Storage Area Networks Come of Age? *IEEE Computer*, 31(7):10–12, 1998.
- [2] Kimberly Keeton, David A. Patterson, and Joseph M. Hellerstein. A Case for Intelligent Disks (IDISKS). *SIGMOD Record*, 27(3):42–52, Sep. 1998.
- [3] Erik Riedel, Garth Gibson, and Christos Faloutsos. Active Storage for Large-Scale Data Mining and Multimedia. In *Proc. of the 24th VLDB Conf.*, pages 62–73, 1998.
- [4] Anurag Acharya, Mustafa Uysal, and Joel Saltz. Active Disks: Programming Model, Algorithms and Evaluation. In *Proc. of the 8th ASPLOS Conf.*, Oct. 1998.
- [5] Haran Boral and Steve Redfield. Database Machine Morphology. In *Proc. of the 11th Int'l. Conf. on VLDB*, pages 59–71, 1985.
- [6] Eleni A. Ozharahan, S. A. Schuster, and K. C. Sivdik. Performance Evaluation of a Relational Associative Processor. *ACM Trans. on Database Systems*, 2(2):175–195, 1977.
- [7] Stanley Y. W. Su and G. J. Lipovski. CASSM: a Cellular System for Very Large Databases. In *Proc. on Int. Conf. on VLDB'75*, pages 456–472, 1975.
- [8] E. Babb. Implementing a relational database by means of specialized hardware. *ACM Trans. on Database Systems*, 4(1):1–29, March 1979.
- [9] Masaru Kitsuregawa, Hidechiko Tanaka, and Tokuhiro Moto-oka. Application of Hash to Data Base Machine and Its Architecture. *New Generation Computing*, 1(1):63–74, 1983.
- [10] Shigeki Shihayama, Takao Kakuta, Nobuyoshi Miyazaki, Haruo Yokota, and Kunio Murakami. A Relational Database Machine with Large Semiconductor Disk and Hardware Relational Algebra Processor. *New Generation Computing*, 2(2):131–155, 1984.
- [11] David A. Patterson, Garth Gibson, and Randy H. Katz. A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks(RAID). In *Proc. of ACM SIGMOD Conference*, pages 109–116, Jun 1988.
- [12] Hector Garcia-Molina. Node Autonomy in Distributed Systems. In *Proc. of Int'l. Sympo. on Databases in Parallel and Distributed Systems*, pages 158–166, 1988.
- [13] Amit P. Sheth. Federated Database Systems for Managing Distributed, Heterogeneous, and Autonomous Databases. In *Proc. of the 17th Int'l. Conf. on VLDB*, page 489, 1991.
- [14] Panos K. Chrysanthis and Krithi Ramamritham. Autonomy Requirements in Heterogeneous Distributed Database Systems. In *Proc. of the sixth Int'l. Conf. on Management of Data*, pages 283–302, 1994.
- [15] Dennis McLeod and Antonio Si. The Design and Experimental Evaluation of an Information Discovery Mechanism for Networks of Autonomous Database Systems. In *Proc. of Int'l. Conf. on Data Engineering*, pages 15–24, 1995.
- [16] Stephen Milliner, Athman Rouguetunay, and Mike P. Papazoglou. A Scalable Architecture for Autonomous Heterogeneous Database Interactions. In *Proc. of the 21st Int'l. Conf. on VLDB*, pages 515–526, 1995.
- [17] Dennis R. McCarthy and Umeshwar Dayal. The Architecture of an Active Data Base Management System. In *Proc. of SIGMOD Conf. '89*, pages 215–224, 1989.
- [18] J. Widom and S. Ceri (ed.). *Active Database Systems: Triggers and Rules for Advanced Database Processing*. Morgan Kaufmann Pub, 1996.
- [19] Haruo Yokota, Yasuhiko Kanemasa, and Jun Miyazaki. Fast-Tree: An Update-Conscious Parallel Directory Structure. In *Proc. of the 15th Int'l. Conf. on Data Engineering*, pages 448–457, 1999.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

**PCT**

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>R. 37031 Mq/wt</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b>	siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/DE 00/ 04256</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>30/11/2000</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>01/12/1999</b>
Anmelder <b>ROBERT BOSCH GMBH</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

**1. Grundlage des Berichts**

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ **Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen** (siehe Feld I).

3. ☐ **Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung** (siehe Feld II).

**4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

**5. Hinsichtlich der Zusammenfassung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☐ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☒ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGESTANDES

IPK 7 F02M53/00 F01P1/06 F01P3/12 F02M37/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02D F02M F01P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 11 218057 A (WALBRO) 10. August 1999 (1999-08-10)	1, 5, 6
Y	& US 6 009 859 A (ROCHE TE AL.) 4. Januar 2000 (2000-01-04) Spalte 4, Zeile 30 - Zeile 56; Abbildungen	2, 3
Y	FR 2 546 971 A (SAME) 7. Dezember 1984 (1984-12-07) Zusammenfassung; Abbildungen	2, 3
A	US 5 647 331 A (SWANSON ET AL. ) 15. Juli 1997 (1997-07-15) Zusammenfassung; Abbildungen	1, 5, 6
	-/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung,

eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&amp;\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Juni 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/06/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kooijman, F

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESCHENNE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 147 (M-088), 17. September 1981 (1981-09-17) & JP 56 077514 A (ISEKI & CO LTD), 25. Juni 1981 (1981-06-25) Zusammenfassung; Abbildung -----	1-3
A	US 4 728 306 A (SCHNEIDER) 1. März 1988 (1988-03-01) das ganze Dokument -----	1, 4-7
A	DE 198 18 421 A (BOSCH) 28. Oktober 1999 (1999-10-28) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/04256

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 11218057 A	10-08-1999	US 6009859 A	04-01-2000
FR 2546971 A	07-12-1984	DE 3420303 A	03-01-1985
		ES 532937 D	16-10-1985
		ES 8601402 A	16-02-1986
		GB 2140869 A, B	05-12-1984
		US 4539945 A	10-09-1985
US 5647331 A	15-07-1997	JP 9222055 A	26-08-1997
JP 56077514 A	25-06-1981	KEINE	
US 4728306 A	01-03-1988	BR 8707954 A	20-03-1990
		EP 0334895 A	04-10-1989
		WO 8805123 A	14-07-1988
DE 19818421 A	28-10-1999	FR 2777950 A	29-10-1999
		JP 11336631 A	07-12-1999

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 56077514  
PUBLICATION DATE : 25-06-81

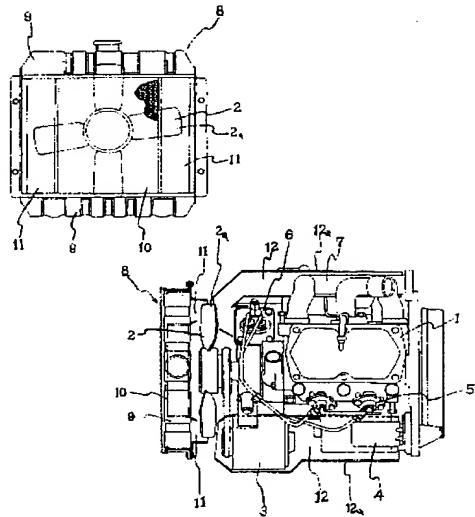
APPLICATION DATE : 30-11-79  
APPLICATION NUMBER : 54154201

APPLICANT : ISEKI & CO LTD;

INVENTOR : MATSUMOTO YOSHIHISA;

INT.CL. : F01P 11/10 F01P 3/18

TITLE : APPARATUS FOR COOLING  
ACCESSORY PART OF ENGINE OF  
POWER-DRIVEN AGRICULTURAL  
MACHINE



ABSTRACT : PURPOSE: To cool accessory parts of an engine effectively, by forming hollow spaces in the body of a radiator, and carrying cool air drawn into the radiator from said hollow space toward accessory parts of the engine via guide passages.

CONSTITUTION: When a cooling fan 2 connected directly to an engine 1 is rotated, open air is drawn through a core 10 of a radiator 8 and carried mainly to engine 1 as hot air. On the other hand, open air drawn through hollow spaces 11, 11 located on both sides of core 10 is carried into guide passages 12 connected to respective hollow spaces 11, 11 with its temperature being kept low, and then carried to a generator 3, starter motor 4, exhaust pipe 7 and fuel pump 6 for cooling them. Thus, it is enabled to cool the engine 1 itself and its accessory parts effectively.

COPYRIGHT: (C)1981,JPO&Japio

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
7. Juni 2001 (07.06.2001)

PCT

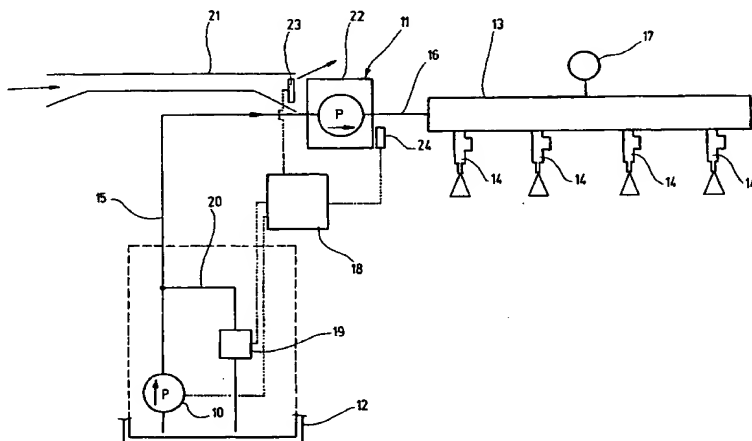
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/40638 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02D (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): JOOS, Klaus [DE/DE];  
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/04256 In der Eichhaelde 3, 74399 Walheim (DE). WOLBER,  
Jens [DE/DE]; Pappelweg 6, 70839 Gerlingen (DE).  
(22) Internationales Anmeldedatum: 30. November 2000 (30.11.2000) FRENZ, Thomas [DE/DE]; Beuthener Strasse 5, 86720  
Noerdlingen (DE). BOCHUM, Hansjoerg [DE/DE];  
Sandweg 16, 70771 Leinfelden (DE). AMLER, Markus  
[DE/DE]; Engelbergstrasse 3, 71229 Leonberg-Geber-  
sheim (DE).  
(25) Einreichungssprache: Deutsch  
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.  
(30) Angaben zur Priorität: 199 57 742.0 1. Dezember 1999 (01.12.1999) DE (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).  
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE). Veröffentlicht:  
— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu  
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL SUPPLY SYSTEM FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: KRAFTSTOFFZUFÜHRVORRICHTUNG FÜR EINEN VERBRENNUNGSMOTOR



(57) Abstract: The invention relates to a fuel supply system for an internal combustion engine that is provided with a fuel feed pump (10) that supplies the pre-pressurized fuel to a high-pressure fuel pump (11) that is linked with at least one injection valve (14) on the high-pressure side to supply the injection valve with the pressurized fuel. The aim of the invention is to avoid the formation of steam bubbles in the high-pressure fuel pump (11) that impairs the pump capacity or the pressure generation. To this end, the high-pressure fuel pump (11) can be supplied with a coolant flow via at least one cooling channel (21) for maintaining the temperature ( $T_{HDP}$ ) of the high-pressure fuel pump (11) below a critical working temperature ( $T_{KI}$ ).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/40638 A2



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffzufuhrvorrichtung für einen Verbrennungsmotor mit einer Kraftstoffförderpumpe (10), die unter Vordruck stehenden Kraftstoff einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) zuführt, die hochdruckseitig mit wenigstens einem Einspritzventil (14) verbunden ist, um diesen unter Hochdruck stehenden Kraftstoff zuzuführen. Um in der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) eine deren Förderleistung und Druckerzeugung beeinträchtigende Dampfblasenbildung zu vermeiden, ist erfindungsgemäss vorgesehen, dass der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) ein Kühlmittelstrom über zumindest einen Kühlkanal (21) zuführbar ist, um die Temperatur ( $T_{HDP}$ ) der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) unterhalb einer kritischen Betriebstemperatur ( $T_{K1}$ ) zu halten.

### Kraftstoffzufuhrvorrichtung für einen Verbrennungsmotor

1 Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffzufuhrvorrichtung für einen Verbrennungsmotor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

#### 5 Stand der Technik

Aus der DE 195 39 885 A1 ist bereits eine Kraftstoffzufuhrvorrichtung für einen Verbrennungsmotor bekannt, die eine Kraftstoffförderpumpe und eine dazu in Reihe geschaltete  
10 Kraftstoff-Hochdruckpumpe aufweist, um unter Hochdruck stehenden Kraftstoff von der Hochdruckseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe über eine Druckleitung, einen Speicherraum und Ventilleitungen zu Einspritzventilen zu liefern, von denen jedes Kraftstoff direkt in eine der Brennkammern des  
15 Verbrennungsmotors einspritzt. Die Kraftstoffförderpumpe, deren Ausgangsseite mit der Niederdruckseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe über eine Druckleitung verbunden ist, liefert unter Vordruck stehenden Kraftstoff an die Kraftstoff-Hochdruckpumpe.

- 1 Um den Vordruck in der Druckleitung auf einem gewünschten  
Wert zu halten, ist an die Druckleitung ein Druckbegren-  
zungsventil über ein 2/2-Wegeventil angeschlossen, das die  
Verbindung zwischen Druckleitung und Druckbegrenzungsventil  
5 sperrt oder freigibt.

Um die geringe Förderleistung der Kraftstoff-Hochdruckpumpe  
während der Startphase des Verbrennungsmotors auszugleichen  
und gegebenenfalls die hochdruckseitige Druckleitung und den  
10 daran anschließenden Speicherraum zu spülen, so dass während  
des Stillstands des Verbrennungsmotors entstandene Gasblasen  
entfernt werden können, ist parallel zur Kraftstoff-Hoch-  
druckpumpe eine Durchlasseinrichtung vorgesehen, die die  
Niederdruckseite und die Hochdruckseite der Kraftstoff-Hoch-  
15 druckpumpe miteinander verbindet. Um den Vordruck in der  
niederdruckseitigen Druckleitung während der Startphase ge-  
genüber dem Vordruck während des normalen Betriebs auf 8 bis  
10 Bar zu erhöhen, kann das 2/2-Wegeventil geschlossen wer-  
den, so dass aus der Druckleitung kein Kraftstoff abfließen  
20 kann. Der während der Startphase erhöhte Vordruck ermöglicht  
einerseits eine Spülung der Kraftstoffzuführleitungen zum  
Beseitigen von Gasblasen und andererseits eine Komprimierung  
von Gasblasen, sowie eine für einen Startvorgang geeignete  
hohe Förderleistung.

25 Während des normalen Betriebs des Verbrennungsmotors wird  
der Einspritzdruck im Speicherraum von der Kraftstoff-Hoch-  
druckpumpe erzeugt und durch ein steuerbares Druckregelven-  
til auf einen entsprechenden Wert begrenzt. Das Druckregel-  
30 ventil ist hierfür über eine Rücklaufleitung mit der Nieder-  
druckseite verbunden.

Eine Begrenzung der Temperatur der Kraftstoff-Hochdruckpumpe  
erfolgt dabei allenfalls durch eine gewisse Kühlung mittels  
35 des die Kraftstoff-Hochdruckpumpe durchströmenden Kraft-  
stoffstroms, so dass nicht zuverlässig verhindert werden  
kann, dass sich die Kraftstoff-Hochdruckpumpe so erwärmt,

1 dass ihre Temperatur die kritische Betriebstemperatur, also  
die Temperatur übersteigt, bei der bei gegebenen Vordruck  
eine Kraftstoffdampfblasenbildung beginnt.

5 Bei einer anderen Kraftstoffzuführvorrichtung, bei der eine  
Kraftstoff-Hochdruckpumpe zur Versorgung von Direkt-Ein-  
spritzventilen von einer Kraftstoffförderpumpe mit unter  
Vordruck stehendem Kraftstoff versorgt wird, ist vorgesehen,  
dass die die Förderseite der Kraftstoffförderpumpe mit der  
10 Niederdruckseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe verbindende  
Druckleitung über ein variables Drosselventil mit einem er-  
sten Druckbegrenzungsventil für einen ersten, relativ nie-  
drigen Druck, z.B. 3 Bar, und direkt mit einem zweiten  
Druckbegrenzungsventil für einen relativ hohen Vordruck von  
15 z.B. 9 Bar verbunden ist. Das variable Drosselventil weist  
dabei einen Strömungswiderstand auf, der mit steigender  
Durchflussrate überproportional ansteigt, so dass der Vor-  
druck in der Druckleitung durch die Förderleistung der  
Kraftstoffförderpumpe eingestellt werden kann.

20

Um bei einem Ansteigen der Kraftstofftemperatur Dampfblasen-  
bildung in der Kraftstoff-Hochdruckpumpe zu verhindern, ist  
es bei dieser Kraftstoffzuführeinrichtung möglich, durch Er-  
höhen der Förderleistung der Kraftstoffförderpumpe den Vor-  
25 druck so anzuheben, dass er größer wird als der temperatur-  
abhängige Dampfdruck des Kraftstoffs in der Druckleitung.

Auf diese Weise lässt sich zwar die Dampfblasenbildung im  
Kraftstoff und damit ein Abfall der Förderleistung der  
30 Kraftstoff-Hochdruckpumpe verhindern, der zur Folge hätte,  
dass kein Hochdruckaufbau mehr möglich wäre. Allerdings wird  
die Kraftstoffförderpumpe durch einen derartigen Betrieb er-  
heblich strapaziert, was zu einer verringerten Lebensdauer  
führt.

35

Um einen Stellmotor einer Drosselklappenstelleinheit zu küh-  
len, ist es aus der DE 38 36 507 A1 bekannt, aus dem Kühl-

1 wasserkreislauf des Verbrennungsmotors einen Kühlwasserstrom  
für den Stellmotor abzuleiten.

#### Vorteile der Erfindung

5

Die Kraftstoffzufuhrvorrichtung mit den Merkmalen des An-  
spruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass mit Hilfe des  
Kühlmittelstroms die Kraftstoff-Hochdruckpumpe auf einem  
Temperaturniveau gehalten werden kann, das unterhalb einer  
10 kritischen Betriebstemperatur der Kraftstoff-Hochdruckpumpe  
liegt. Hierfür sind ein oder mehrere geeignete Kühlkanäle  
vorzusehen, die einen entsprechenden Kühlmittelstrom, der  
eine ausreichende Wärmeabfuhr gewährleistet, zu der Kraft-  
stoff-Hochdruckpumpe liefern.

15

Zweckmäßigerweise dient als Kühlmittel Luft. Wird die erfin-  
dungsgemäße Kraftstoffzufuhrvorrichtung bei einem Fahrzeug-  
motor eingesetzt, so ist es möglich, die Kühlkanäle im Mo-  
torraum so anzuordnen, dass die Umgebungsluft, die aus der  
20 Fahrzeugumgebung während des Fahrbetriebs zur Kraftstoff-  
Hochdruckpumpe geführt wird, zur Kühlung ausreicht.

Besonders zweckmäßig ist es jedoch, wenn dem zumindest einen  
Kühlkanal ein Lüfter zugeordnet ist, um den Kühlluftstrom  
25 durch den Kühlkanal zu erzeugen, wobei der Lüfter vorzugs-  
weise in Abhängigkeit von der Temperatur der Kraftstoff-  
Hochdruckpumpe und der kritischen Betriebstemperatur steuer-  
bar ist. Auf diese Weise lässt sich der Kühlluftstrom unab-  
hängig vom Einsatzbereich des Verbrennungsmotors so steuern,  
30 dass stets eine geeignete Kühlung der Kraftstoff-Hochdruck-  
pumpe erreicht werden kann.

Weist die erfindungsgemäße Kraftstoffzufuhrvorrichtung neben  
den Kühlmitteln für die Kraftstoff-Hochdruckpumpe eine um-  
35 schaltbare oder variable Druckregeleinrichtung auf, so kann  
durch einen entsprechend hoch eingestellten Vordruck die  
kritische Betriebstemperatur der Kraftstoff-Hochdruckpumpe



1 so weit erhöht werden, dass eine Kühlung der Kraftstoff-  
Hochdruckpumpe mit Hilfe des durch den Kühlkanal oder die  
Kühlkanäle gezielt geführten Kühlluftstroms, der gegebenen-  
falls mit Hilfe eines vorzugsweise steuerbaren Lüfters er-  
5 zeugt wird, unter allen Betriebsbedingungen des Verbren-  
nungsmotors ausreichend ist.

Durch die erfindungsgemäß vorgesehene Kühlung der Kraft-  
stoff-Hochdruckpumpe mit einem separaten Kühlmittel kann ei-  
10 ne Dampfblasenbildung in der Kraftstoff-Hochdruckpumpe ver-  
hindert werden, so dass auf eine Kühlung der Kraftstoff-  
Hochdruckpumpe mittels eines Kraftstoff-Spülstroms, der  
stets eine Rücklaufleitung zum Kraftstofftank erfordert,  
vermieden werden kann. Die Einsparung einer derartigen  
15 Kraftstoffrücklaufleitung vereinfacht nicht nur den gesamten  
Aufbau der Kraftstoffzuführvorrichtung sondern erhöht auch  
die Sicherheit im Falle eines gefährlichen Aufpralls. Dane-  
ben wird eine unnötige Aufheizung des Kraftstoffs im Kraft-  
stofftank durch den in der Kraftstoff-Hochdruckpumpe erwärm-  
20 ten Kraftstoffspülstrom vermieden, so dass verringerte Ver-  
dampfungsverluste im Kraftstofftank auftreten, und damit die  
Aktivkohlefilter und Tankentlüftung entlastet werden.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfin-  
25 dung ist vorgesehen, dass der Kraftstoff-Hochdruckpumpe zum  
Kühlen Kühlflüssigkeit durch den Kühlkanal als Kühlmittel  
zuführbar ist. Obwohl es grundsätzlich möglich ist, jede ge-  
eignete Kühlflüssigkeit zu verwenden, z. B. bei in einem  
Fahrzeug vorhandenem Klimasystem das Kältemittel aus dem  
30 Klimasystem zum Kühlen der Kraftstoff-Hochdruckpumpe des  
Fahrzeugmotors einzusetzen, ist es bevorzugt, als Kühlmittel  
Kühlwasser vorzusehen, wobei das Kühlwasser vorzugsweise aus  
dem Kühlsystem des Verbrennungsmotors abgeleitet wird.

35 Durch die Verwendung von Kühlwasser, insbesondere durch die  
Verwendung eines Kühlwasser-Teilstroms der aus dem Vorlauf  
des Kühlsystems des Verbrennungsmotors, also hinter dem Mo-

1 torkühler abgeleitet wird, lässt sich die Kühlung der Kraftstoff-Hochdruckpumpe weiter verbessern.

Dabei ist es zweckmäßig, wenn zur Steuerung der Kühlwasser-  
5 zufuhr ein Absperrventil vorgesehen ist, das von einer Steuerschaltung in Abhängigkeit von der Temperatur des Kühlwassers und von der Temperatur der Kraftstoff-Hochdruckpumpe betätigbar ist.

Um für den Fall, dass unter extremen Betriebsbedingungen des  
10 Verbrennungsmotors die Kühlung der Kraftstoff-Hochdruckpumpe nicht durchgeführt werden kann oder nicht ausreicht, eine Dampfblasenbildung zu verhindern, ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass an die Kraftstoffförderpumpe ausgangsseitig eine von einer Steuerschaltung steuerbare Druckregleinrichtung  
15 angeschlossen ist, um den der Kraftstoff-Hochdruckpumpe niederdruckseitig zugeführten Kraftstoffdruck, also den Vor-  
druck in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen der Kraftstoff-Hochdruckpumpe einstellen zu können.

20 Zweckmäßigerweise ist die Druckregleinrichtung so steuerbar, dass der der Niederdruckseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe zugeführte Druck auf einen ersten oder einen zweiten Wert regelbar ist. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass der der Niederdruckseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe zuge-  
25 führte geregelte Druck variabel ist.

Um einen sicheren Betrieb der Kraftstoff-Hochdruckpumpe auch in Extremfällen zu gewährleisten, sind zweckmäßigerweise zumindest zwei Kühlkanäle vorgesehen, von denen der eine Luft  
30 und der andere Wasser als Kühlmittel der Kraftstoff-Hochdruckpumpe zuführt.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnung

35 Die Erfindung wird im folgenden beispielsweise anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher er-

1 läutert. Es zeigen:

Figur 1 ein schematisches vereinfachtes Blockbild einer erfindungsgemäßen Kraftstoffzufuhrvorrichtung mit einer luft-  
5 gekühlten Kraftstoff-Hochdruckpumpe,

Figur 2 ein schematisches vereinfachtes Blockbild einer erfindungsgemäßen Kraftstoffzufuhrvorrichtung mit einer mit einem flüssigen Kühlmittel, wie z.B. Wasser, gekühlten  
10 Kraftstoff-Hochdruckpumpe, und

Figur 3 ein Flussdiagramm für den Betrieb einer erfindungsgemäßen Kraftstoffzufuhrvorrichtung, bei der der Vordruck regelbar und die Kraftstoff-Hochdruckpumpe mit einem steuer-  
15 baren Kühlmittelstrom kühlbar ist.

In den verschiedenen Figuren der Zeichnung sind einander entsprechende Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

## 20 Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Wie Figur 1 zeigt, weist eine erfindungsgemäße Kraftstoffzufuhrvorrichtung eine Kraftstoffförderpumpe 10 und eine Kraftstoff-Hochdruckpumpe 11 auf, um aus einem Kraftstoff-  
25 tank 12 Kraftstoff über ein Druckleitungssystem 13 zu einem oder mehreren Kraftstoff-Einspritzventilen 14 eines Verbrennungsmotors zu liefern. Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird von einem Vierzylinderverbrennungsmotor ausgegangen, bei dem jeder Brennkammer ein Einspritzventil zugeordnet  
30 ist, das Kraftstoff entweder direkt in die Brennkammer oder in deren Ansaugbereich einspritzt.

Die Kraftstoffförderpumpe 10, die in nicht näher dargestellter Weise von einem Elektromotor angetrieben wird, ist mit  
35 ihrer Druckseite über eine Druckleitung 15 mit einer Niederdruckseite der Hochdruckpumpe 11 verbunden. Die Ausgangs- oder Hochdruckseite der Hochdruckpumpe 11 ist über eine wei-

1 tere Druckleitung 16 an das Druckleitungssystem 13 ange-  
schlossen, dem ein Drucksensor 17 zugeordnet ist, dessen dem  
Kraftstoffdruck im Druckleitungssystem 13 entsprechendes  
Ausgangssignal einer Steuerschaltung 18 zugeführt ist, die  
5 in nicht näher dargestellter Weise die Betriebsbedingungen  
des Verbrennungsmotors überwacht und in Abhängigkeit davon  
die einzelnen Betriebsparameter des Verbrennungsmotors, wie  
z.B. Zündzeitpunkt, Einspritzzeitpunkt, einzuspritzende  
Kraftstoffmenge und dergleichen steuert.

10

Um über die Druckleitung 15 Kraftstoff mit einem bestimmten  
geregelten Vordruck an die Niederdruckseite der Hochdruck-  
pumpe 11 zu liefern, ist der Kraftstoffförderpumpe 10 eine  
Druckregeleinrichtung zugeordnet. Diese Druckregeleinrich-  
15 tung kann z. B. von der Kraftstoffförderpumpe 10 selbst ge-  
bildet werden, wenn deren Förderleistung einstellbar ist, um  
diese bedarfabhängig steuern zu können.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist als Druckregelein-  
20 richtung ein Druckregler 19 vorgesehen, der mit der Druck-  
leitung 15 über eine Leitung 20 ist verbunden. Die Auslass-  
seite des Druckreglers 19 liefert überschüssigen Kraftstoff  
zurück in den Kraftstofftank 12. Der Druckregler 19 kann da-  
bei so umschaltbar ausgebildet sein, dass er den Vordruck in  
25 der Druckleitung 15 entweder auf einem ersten, relativ nie-  
drigen Wert, z.B. etwa 3 Bar, oder auf einen zweiten relativ  
hohen Wert, z.B. 8 bis 10 Bar, begrenzt. Es ist jedoch auch  
möglich, einen Druckregler 19 vorzusehen, der so steuerbar  
ist, dass er den Vordruck in der Druckleitung 15 auf prak-  
30 tisch jeden beliebigen Wert zwischen einem ersten, relativ  
niedrigen und einem zweiten, relativ hohen Wert begrenzen  
kann. Hierzu wird der Druckregler 19 so ausgebildet, dass  
der Begrenzungsdruck, also der Druck, auf den der Vordruck  
in der Druckleitung 15 eingestellt wird, mit Hilfe der För-  
35 derleistung der Kraftstoffförderpumpe 10 einstellbar ist.

Um eine Dampfblasenbildung in der Hochdruckpumpe 11 zu ver-

1 meiden, sind ein oder mehrere Kühlkanäle 21 vorgesehen, von  
denen nur einer dargestellt ist, durch die ein Kühlmittel-  
strom gegen ein rein schematisch angedeutetes Pumpengehäuse  
22 geleitet wird. Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausfüh-  
5 rungsbeispiel dienen der bzw. die Kühlkanäle 21 zum Zuführen  
von Umgebungsluft zum Pumpengehäuse 22, das in nicht näher  
dargestellter Weise Wärmeabführflächen, beispielsweise Kühl-  
rippen oder dergleichen, aufweist, an denen der durch den  
bzw. die Kühlkanäle geführten Kühlluftstrom Wärme vom Pum-  
10 pengehäuse aufnimmt und davon abführt.

Zweckmäßigerweise ist in dem oder den Kühlkanälen ein Lüfter  
23 angeordnet, der vorzugsweise von der Steuerschaltung 18  
bedarfsabhängig gesteuert werden kann. Bei mehreren Kühlka-  
15 nälen ist dabei zweckmäßigerweise ein Lüfter so in einem ge-  
meinsamen Bereich der Kühlkanäle angeordnet, dass er den  
Kühlluftstrom in allen Kühlkanälen erzeugt.

Um über den von der Steuerschaltung 18 steuerbaren Lüfter 23  
20 den Kühlluftstrom bedarfsabhängig zu steuern, ist im oder am  
Pumpengehäuse 22 ein Temperaturfühler 24 zur Überwachung  
Temperatur der Hochdruckpumpe 11 angeordnet, dessen Aus-  
gangssignal der Steuerschaltung 18 zugeführt ist.

25 Während des normalen Betriebs des Verbrennungsmotors wird  
von der Kraftstoffförderpumpe 10 unter einem relativ niedri-  
gen Vordruck stehender Kraftstoff über die Druckleitung 15  
zur Hochdruckpumpe 11 geliefert, die über das Druckleitungs-  
system 13 die Einspritzventile 14 mit unter Hochdruck ste-  
30 hendem Kraftstoff versorgt. Dabei wird die Hochdruckpumpe 11  
durch den mittels des oder der Kühlkanäle geführten Kühl-  
luftstroms gekühlt, so dass die Temperatur der Hochdruckpum-  
pe unter der kritischen Betriebstemperatur, bei der eine  
Dampfbblasenbildung im Kraftstoff einsetzt, gehalten wird.

35

Steigt die Temperatur der Hochdruckpumpe 11 unter bestimmten  
Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors an, so wird zu-

1 nächst die Kühlung intensiviert, indem der Lüfter 23 von der  
Steuerschaltung 18 eingeschaltet oder auf eine einen höheren  
Kühlluftstrom bewirkende höhere Betriebsstufe umgeschaltet  
wird.

5 Ist jedoch keine Verstärkung der Kühlung möglich, oder  
steigt die Temperatur des Pumpengehäuses 22 bzw. der Hoch-  
druckpumpe 11 trotz stärkerer Kühlung weiter an und über-  
steigt die kritische Betriebstemperatur, so wird von der  
10 Steuerschaltung 18 eine Erhöhung des Vordrucks in der Druck-  
leitung 15 veranlasst. Hierzu stellt die Steuerschaltung 18  
eine höhere Förderleistung der Kraftstoffförderpumpe 10 ein  
und schaltet den Druckregler 19 so um, dass er den Vordruck  
in der Druckleitung 15 auf einen relativ hohen Wert be-  
15 grenzt.

Wird ein Druckregler 19 verwendet, bei dem die Höhe des Be-  
grenzungsdrucks von der Durchflussrate abhängt, so ist es  
möglich, durch eine entsprechende Steuerung der Förderlei-  
20 stung der Kraftstoffförderpumpe 10 den Vordruck in der  
Druckleitung 15 praktisch auf jeden beliebigen Wert zwischen  
dem unteren, normalen Vordruck und einem maximal zulässigen  
oberen Vordruck einzustellen. Dies ermöglicht es, den Vor-  
druck in der Druckleitung 15 jeweils nur so weit zu erhöhen,  
25 dass die druckabhängige kritische Betriebstemperatur der  
Hochdruckpumpe gerade oberhalb der Temperatur der Hochdruck-  
pumpe gehalten wird.

Figur 2 zeigt eine andere Ausgestaltung einer erfindungsge-  
30 mäßen Kraftstoffzufuhrvorrichtung, bei der aus einem Tank 12  
Kraftstoff von einer Förderpumpe 10 über eine Druckleitung  
15 an eine Hochdruckpumpe 11 geliefert wird, die unter Hoch-  
druck stehenden Kraftstoff über eine weitere Druckleitung 16  
einem Druckleitungssystem 13 zuführt, an das ein oder mehre-  
35 re Einspritzventile 14 zum Einspritzen von Kraftstoff in die  
Brennkammern eines Verbrennungsmotors oder in deren Ansaug-  
bereich angeschlossen sind. Um den Vordruck in der Drucklei-

1 tung 15 entsprechend den Betriebsbedingungen der Hochdruck-  
pumpe 11 einstellen zu können, ist ein Druckregler 19 über  
eine Leitung 20 mit der Druckleitung 15 verbunden. Der  
Druckregler 19 umfasst ein erstes Druckbegrenzungsventil 25,  
5 dessen Einlassseite über eine Ventileinrichtung 26 und die  
Leitung 20 mit der Druckleitung 15 verbunden ist. Das erste  
Druckbegrenzungsventil 25 dient zur Begrenzung des Vordrucks  
auf einen ersten, niedrigen Wert während des Normalbetriebs.  
Parallel zum ersten Druckbegrenzungsventil 25 ist ein zwei-  
10 tes Druckbegrenzungsventil 27 geschaltet, das den Vordruck  
in der Druckleitung 15 auf einen zweiten, maximalen Wert,  
z.B. 8 bis 10 Bar, begrenzt.

Die Ventileinrichtung 26 kann im einfachsten Fall ein Ab-  
15 sperrventil sein, so dass der Druckregler 19 so umgeschaltet  
werden kann, dass er den Vordruck entweder auf den Normal-  
wert oder auf den Maximalwert begrenzt. Es ist jedoch auch  
möglich, dass die Ventileinrichtung 26 eine Drossleinrich-  
tung ist, die ein Drosselventil aufweist, das so ausgebildet  
20 ist, dass der Durchflusswiderstand bei zunehmendem durch-  
strömendem Kraftstoff überproportional zunimmt, so dass der  
Begrenzungsdruck in Abhängigkeit von der Förderleistung der  
Kraftstoffförderpumpe 10 gesteuert werden kann.

25 Zur Kühlung der Hochdruckpumpe 11 ist ein Kühlkanal 31 vor-  
gesehen, über den ein flüssiges Kühlmittel, z.B. Kühlwasser  
aus dem Motorkühlsystem oder Kältemittel aus einem Kältemit-  
telkreislauf eines Klimasystems, zur Hochdruckpumpe 11 ge-  
führt wird. Der Kühlkanal 31, in dem ein von einer Steuer-  
30 schaltung 18 betätigbares Absperrventil 32 angeordnet ist,  
mündet in einen nicht näher dargestellten Kühlkanal im Inne-  
ren eines Pumpengehäuses 22 der Hochdruckpumpe 11. Der Aus-  
lass des im Pumpengehäuse 22 vorgesehenen Kühlkanals ist  
über eine Rücklaufleitung 33 mit dem Motorkühlsystem oder  
35 dem Klimasystem verbunden. Wird zur Kühlung der Hochdruck-  
pumpe 11 ein Kühlwasserteilstrom aus dem Motorkühlsystem ab-  
gezweigt, so ist der Kühlkanal 31 zweckmäßigerweise mit dem

- 1 Vorlauf des Motorkühlsystems, also mit der Auslassseite des  
Motorkühlers verbunden, während die Rücklaufleitung 33  
zweckmäßigerweise vor dem Motorkühler einmündet.
- 5 Um die Temperatur der Hochdruckpumpe 11 zu erfassen, ist im  
oder - wie dargestellt - am Pumpengehäuse 22 ein Temperatur-  
fühler 24 angeordnet. Zur Erfassung der Kühlwassertemperatur  
ist ein weiterer Temperaturfühler 34 in oder am Kühlkanal 31  
angebracht. Die Ausgangssignale der Temperaturfühler 24 und  
10 34 sind an die Steuerschaltung 18 geführt.

Anhand von Figur 3 wird im folgenden die Arbeitsweise der in  
Figur 2 dargestellten Kraftstoffzuführvorrichtung während  
des normalen Betriebs eines Verbrennungsmotors beschrieben.

15

- Sobald der Verbrennungsmotor gestartet ist, also sobald die  
Startphase beendet ist und die Hochdruckpumpe 11 die Ein-  
spritzventile 14 über das Druckleitungssystem 13 mit unter  
Hochdruck stehendem Kraftstoff versorgt, wird auch die Küh-  
20 lung der Hochdruckpumpe 11 aktiviert. Nach dem Start der  
Kühlungssteuerung wird zunächst im Schritt S11 mit Hilfe des  
Temperaturfühlers 34 die Temperatur  $T_{KS}$  des Kühlwasserstroms  
und mit Hilfe des Temperaturfühlers 24 die Temperatur  $T_{HDP}$   
erfasst. Im Schritt S12 wird festgestellt, ob die Temperatur  
25  $T_{KS}$  des Kühlwassers höher ist als die Temperatur  $T_{HDP}$  der  
Hochdruckpumpe 11. Da dies normalerweise nicht der Fall ist,  
geht die Steuerung weiter zum Schritt S13, in dem überprüft  
wird, ob der Kühlstrom geöffnet ist, also ob das Absperrven-  
til 32 im Kühlkanal 31 geöffnet ist. Ist dies nicht der  
30 Fall, so wird das Absperrventil 32 geöffnet. Danach wird im  
Schritt S14 festgestellt, ob die Temperatur  $T_{HDP}$  der Hoch-  
druckpumpe 11 höher ist als eine erste kritische Betrieb-  
stemperatur  $T_{k1}$ . Ist dies nicht der Fall, so wird im Schritt  
S15 überprüft, ob der niedrige Vordruck in der Druckleitung  
35 15 eingestellt ist und, falls nicht, eingestellt. Im Schritt  
S16 wird somit der Normalbetrieb erkannt und die Steuerung  
kehrt zum Schritt S11 zurück, um erneut die Temperatur  $T_{KS}$



1 des Kühlwassers und die Temperatur  $T_{HDP}$  der Hochdruckpumpe zu erfassen.

Wird im Schritt S14 festgestellt, dass die Temperatur  $T_{HDP}$  der Hochdruckpumpe 11 höher ist als die kritische Betriebstemperatur  $T_{k1}$  so geht die Steuerung weiter zu Schritt S17 und erhöht den Vordruck in der Druckleitung 15 durch eine entsprechende Steuerung des Druckreglers 19 und/oder der Kraftstoffförderpumpe 10. Sobald der Vordruck erhöht ist, wird mit der Temperaturüberwachung in Schritt S11 fortgefahren.

Wird unter extremen Betriebsbedingungen festgestellt, dass die Temperatur  $T_{KS}$  des Kühlwasserstroms höher ist als die Temperatur  $T_{HDP}$  der Hochdruckpumpe 11, so verzweigt die Steuerung im Schritt S12 zum Schritt S18 und sperrt den Kühlstrom mit Hilfe des Absperrventils 32 ab. Anschließend wird im Schritt S19 überprüft, ob die Temperatur  $T_{HDP}$  höher ist als die kritische Betriebstemperatur  $T_{k1}$ . Ist dies nicht der Fall, so wird im Schritt S15' der niedrige Vordruck eingestellt und die Steuerung fährt mit der Temperaturüberwachung fort.

Übersteigt jedoch die Temperatur  $T_{HDP}$  der Hochdruckpumpe 11 die kritische Betriebstemperatur  $T_{k1}$ , so wird im Schritt S17' durch die Steuerschaltung 18 mit Hilfe des Druckreglers 19 und/oder der Kraftstoffförderpumpe 10 der Vordruck in der Druckleitung 15 erhöht. Anschließend wird wiederum im Schritt S11 mit der Temperaturüberwachung fortgefahren.

30

Ist bei der in Figur 2 dargestellten Kraftstoffzufuhrvorrichtung zusätzlich zu dem gezeigten Kühlmittelstrom eine Luftkühlung mit einem von der Steuerschaltung 18 steuerbaren Lüfter 23 vorgesehen, wie sie in Figur 1 dargestellt ist, so wird beim Betrieb der Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach einer Vordruckerhöhung im Schritt S17 oder S17' zunächst noch überprüft, ob die Temperatur  $T_{HDP}$  der Hochdruckpumpe 11 grö-

1 Ber ist als eine zweite höhere kritische Betriebstemperatur  $T_{k2}$ . Ist dies nicht der Fall, so wird im Schritt S21 der Lüfter ausgeschaltet oder ausgeschaltet gehalten, und die Steuerung kehrt zurück zur Temperaturüberwachung in Schritt S11. Wird jedoch im Schritt S20 festgestellt, dass die Temperatur  $T_{HDP}$  der Hochdruckpumpe 11 höher ist als die zweite obere kritische Betriebstemperatur  $T_{k2}$ , so wird im Schritt S22 der Lüfter 23 zugeschaltet, um anschließend im Schritt S11 mit der Temperaturüberwachung fortzufahren.

10

Bei der beschriebenen Betriebsweise der erfindungsgemäßen Kraftstoffzufuhrvorrichtung ist die Dauer der Kühlstromabspernung, der Vordruckerhöhung und die Dauer des Lüfterbetriebs abhängig von den Temperaturbedingungen. Es ist jedoch auch möglich, mit Hilfe von entsprechenden Zeitgebern eine feste oder eine variable Zeitdauer für die Kühlstromabspernung, die Vordruckerhöhung und den Lüfterbetrieb vorzugeben. Dabei kann auch der vom Betrieb des Verbrennungsmotors abhängige Kraftstoffdurchsatz durch die Hochdruckpumpe 11, der eine zusätzliche Kühlung der Hochdruckpumpe 11 bewirkt, berücksichtigt werden.

Da die kritischen Betriebstemperaturen  $T_{k1}$  und  $T_{k2}$  nicht nur vom von Außen wirkenden Vordruck, sondern vorrangig vom Dampfdruck des Kraftstoffs und insbesondere vom Dampfdruck der einzelnen Kraftstoffbestandteile und damit auch von der Kraftstoffzusammensetzung abhängen, erfolgt die Festlegung der für den Betrieb der Hochdruckpumpe 11 kritischen Betriebstemperaturen  $T_{k1}$ ,  $T_{k2}$  unter Berücksichtigung des jeweiligen aktuellen Vordrucks und unter Berücksichtigung des eingesetzten Kraftstoffs mit einer entsprechenden Sicherheitsreserve. Zur Berücksichtigung des jeweiligen Kraftstoffs bei der Festlegung der kritischen Betriebstemperaturen könnte beispielsweise über eine Betankungserkennung, für die z.B. ein Tankstandgeber ausgewertet wird, verdampfungsfreudiger Frisch-Kraftstoff erkannt und berücksichtigt werden. Ist dabei der Kraftstoffdampfdruck durch Modell oder

- 1 Messung bekannt, so ist eine genauere Anpassung der kritischen Betriebstemperaturen an den jeweiligen Siedepunkt des Kraftstoffs möglich.
- 5 Anstelle der dargestellten direkten Messung der Temperaturen  $T_{KS}$  und  $T_{HDP}$  des Kühlstroms bzw. der Hochdruckpumpe 11 können diese Temperaturen unter Verwendung geeigneter Modelle auch aus bekannten Größen, wie z.B. Motortemperatur, Ansauglufttemperatur, Fahrzeuggeschwindigkeit, Ansteuerung des Motorlüfters usw. abgeschätzt werden.

Durch die erfindungsgemäß vorgesehene Kühlung der Hochdruckpumpe 11 wird deren Temperatur  $T_{HDP}$  während des größten Teils der Betriebszeit des Verbrennungsmotors unterhalb der ersten kritischen Betriebstemperatur  $T_{k1}$  gehalten. Somit ist während des größten Teils der Motorbetriebsdauer ein niedriger Vordruck ausreichend. Nur unter extremen Betriebsbedingungen muss also eine Druckumschaltung vorgenommen werden. Dadurch wird insbesondere die Belastung der mit einem Elektromotor arbeitenden Kraftstoffförderpumpe 10 erheblich reduziert, so dass deren Lebensdauer erhöht wird. Darüber hinaus wird auch die mittlere Leistungsaufnahme der Kraftstoffförderpumpe 10, also des die Kraftstoffförderpumpe 10 antreibenden Elektromotors deutlich reduziert, wodurch die Bordnetzbelastung, der Kraftstoffverbrauch und eine Tankaufheizung vermindert werden.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Kraftstoffzuführvorrichtung für einen Verbrennungsmotor mit einer Kraftstoffförderpumpe (10), die unter Vordruck stehenden Kraftstoff einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) zuführt, die hochdruckseitig mit wenigstens einem Einspritzventil (14) verbunden ist, um dem oder den Einspritzventilen (14) unter Hochdruck stehenden Kraftstoff zuzuführen, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) ein Kühlmittelstrom über zumindest einen Kühlkanal (21, 31) zuführbar ist, um die Temperatur ( $T_{HDP}$ ) der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) unterhalb einer kritischen Betriebstemperatur ( $T_{K1}$ ) zu halten.
2. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) zum Kühlen Luft durch den Kühlkanal (21) als Kühlmittel zuführbar ist.
3. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass dem zumindest einem Kühlkanal ein Lüfter (23) zugeordnet ist, um den Kühlluftstrom durch den Kühlkanal (21) zu erzeugen.
4. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Lüfter (23) in Abhängigkeit von der Temperatur der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) und der kritischen Betriebstemperatur ( $T_K$ ) steuerbar ist.
5. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) zum Kühlen eine Kühlflüssigkeit durch den Kühlkanal (31) als Kühlmittel zuführbar ist.
6. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Kühlmittel Kühlwasser aus dem Kühlsy-

1 stem des Verbrennungsmotors abgeleitet wird.

7. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Steuerung der Kühlmittelzufuhr ein Absperrventil (32) vorgesehen ist, das von einer Steuerschaltung (18) in Abhängigkeit von der Temperatur ( $T_{KS}$ ) des Kühlmittels und von der Temperatur ( $T_{HDP}$ ) der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) betätigbar ist.

10 8. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffförderpumpe (10) eine Druckregeleinrichtung (19) zugeordnet ist, um den der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) niederdruckseitig zugeführten Kraftstoffdruck einstellen zu können.

15

9. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckregeleinrichtung einen ausgangseitig an die Kraftstoffförderpumpe (10) angeschlossenen Druckregler (19) umfasst, der von einer Steuerschaltung

20 steuerbarer ist.

10. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckregler (19) so steuerbar ist, dass der der Niederdruckseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe  
25 (11) zugeführte Druck auf einen ersten oder einen zweiten Wert begrenzbare ist.

11. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckregler (19) so steuerbar ist,  
30 dass der der Niederdruckseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) zugeführte Druck variabel regelbar ist.

12. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach Anspruch 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckregler (19) ein erstes  
35 und ein zweites Druckbegrenzungsventil (25, 27) aufweist, die parallel geschaltet sind, und eine Druckbegrenzung auf einen ersten bzw. einen zweiten Druck ermöglichen.

1 13. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein von der Steuerschaltung (18) betätigbares Absperrventil (26) mit dem Druckbegrenzungsventil (25) für den niedrigen Druck in Reihe geschaltet ist.

5

14. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass eine steuerbare Drosseleinrichtung mit dem Druckbegrenzungsventil (25) für den niedrigen Druck in Reihe geschaltet ist.

10

15. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Drosseleinrichtung ein Drosselventil aufweist, das so ausgebildet ist, dass der Durchflusswiderstand bei zunehmendem durchströmenden Kraftstoff überpro-

15 portional zunimmt.

16. Kraftstoffzuführvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei Kühlkanäle (21, 31) vorgesehen sind, von denen der eine (21)

20 Luft und der andere (31) Wasser als Kühlmittel der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) zuführen.

25

30

35

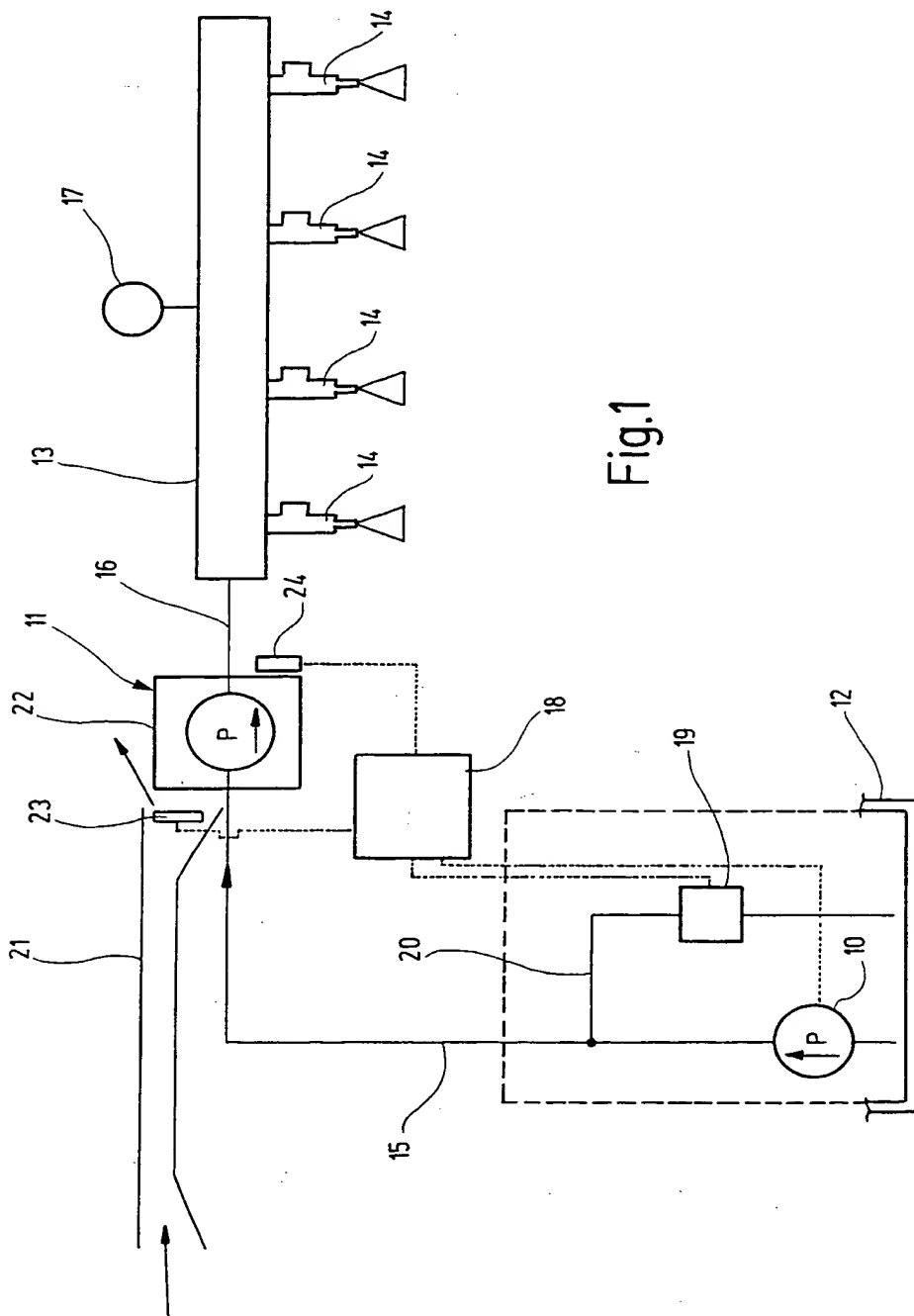


Fig.1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



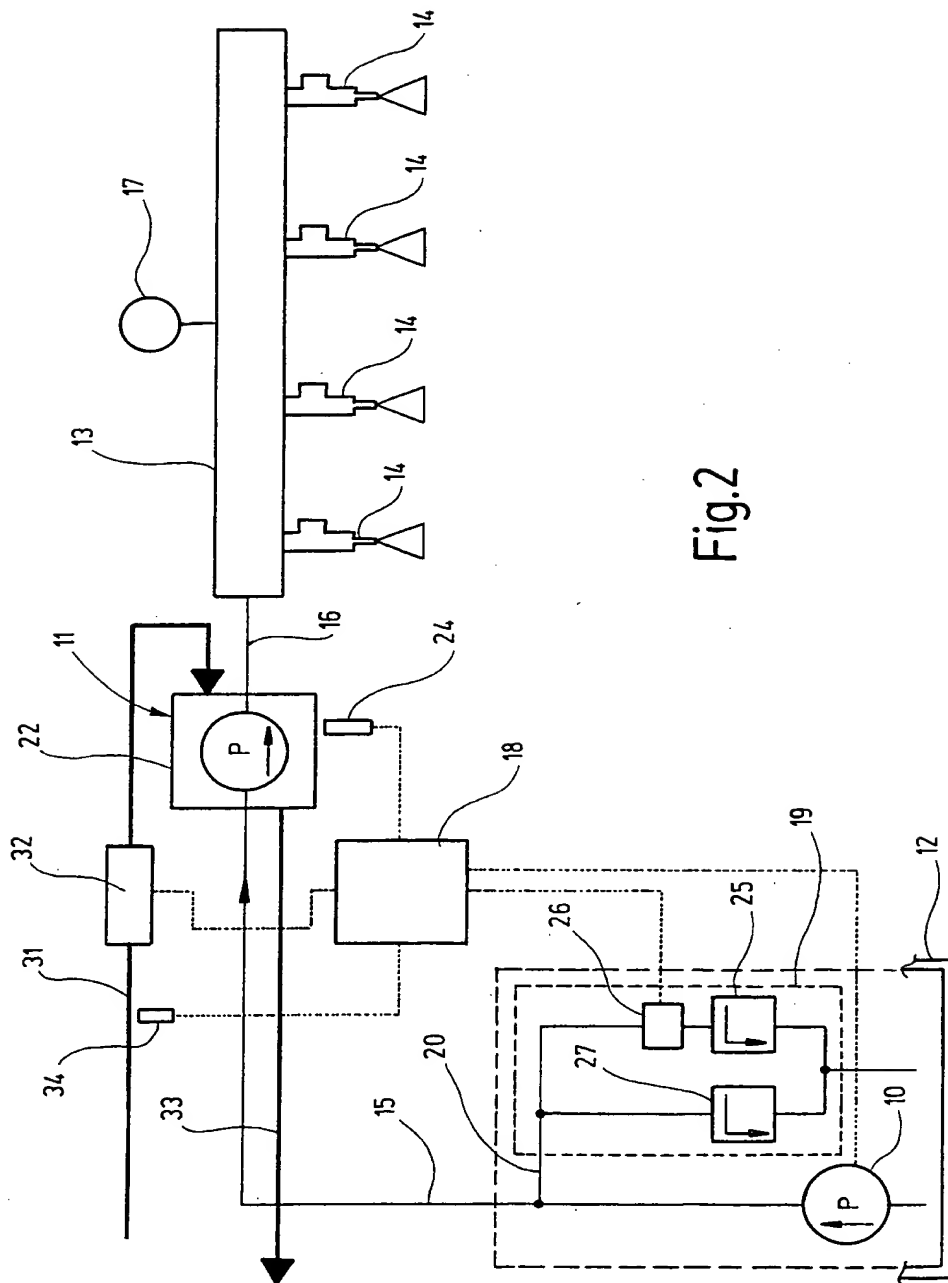


Fig.2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

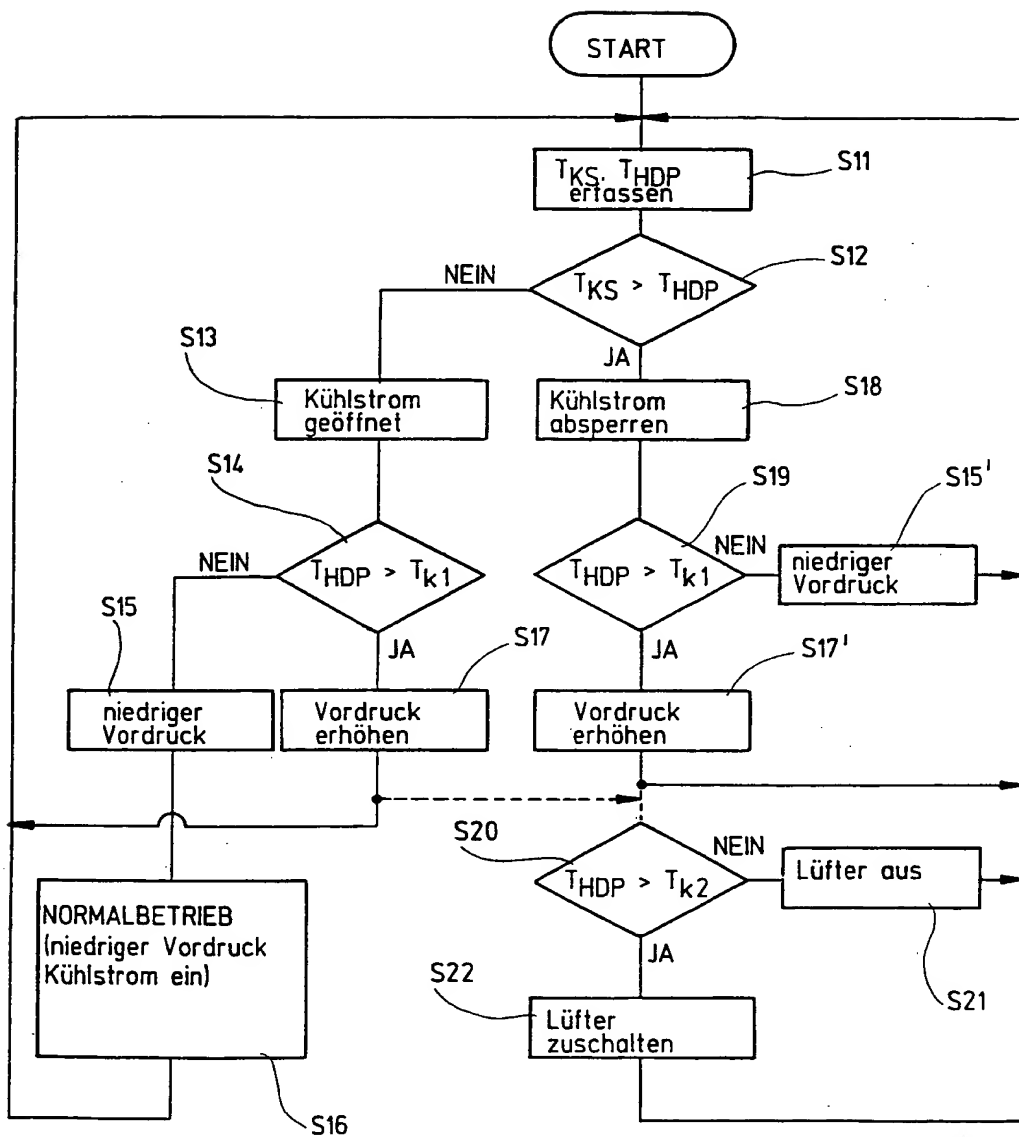


Fig.3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

91890321  
5000

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
7. Juni 2001 (07.06.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/40638 A3**

(51) Internationale Patentklassifikation: **F02M 53/00**,  
F01P 1/06, 3/12, F02M 37/20

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/04256

(22) Internationales Anmeldedatum:  
30. November 2000 (30.11.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
199 57 742.0 1. Dezember 1999 (01.12.1999) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **JOOS, Klaus** [DE/DE];  
In der Eichhaelde 3, 74399 Walheim (DE). **WOLBER,**  
**Jens** [DE/DE]; Puppelweg 6, 70839 Gerlingen (DE).  
**FRENZ, Thomas** [DE/DE]; Beuthener Strasse 5, 86720  
Noerdlingen (DE). **BOCHUM, Hansjoerg** [DE/DE];  
Sandweg 16, 70771 Leinfelden (DE). **AMLER, Markus**  
[DE/DE]; Engelbergstrasse 3, 71229 Leonberg-Geber-  
sheim (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).

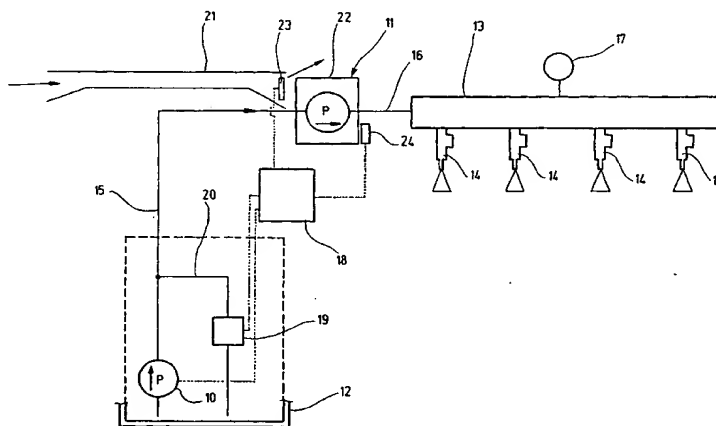
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL SUPPLY SYSTEM FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: KRAFTSTOFFZUFÜHRVORRICHTUNG FÜR EINEN VERBRENNUNGSMOTOR



(57) Abstract: The invention relates to a fuel supply system for an internal combustion engine that is provided with a fuel feed pump (10) that supplies the pre-pressurized fuel to a high-pressure fuel pump (11) that is linked with at least one injection valve (14) on the high-pressure side to supply the injection valve with the pressurized fuel. The aim of the invention is to avoid the formation of steam bubbles in the high-pressure fuel pump (11) that impairs the pump capacity or the pressure generation. To this end, the high-pressure fuel pump (11) can be supplied with a coolant flow via at least one cooling channel (21) for maintaining the temperature ( $T_{HDP}$ ) of the high-pressure fuel pump (11) below a critical working temperature ( $T_{KI}$ ).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/40638 A3



(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen

Recherchenberichts:

17. Januar 2002

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffzuführvorrichtung für einen Verbrennungsmotor mit einer Kraftstoffförderpumpe (10), die unter Vordruck stehenden Kraftstoff einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) zuführt, die hochdruckseitig mit wenigstens einem Einspritzventil (14) verbunden ist, um diesen unter Hochdruck stehenden Kraftstoff zuzuführen. Um in der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) eine deren Förderleistung und Druckerzeugung beeinträchtigende Dampfblasenbildung zu vermeiden, ist erfindungsgemäss vorgesehen, dass der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) ein Kühlmittelstrom über zumindest einen Kühlkanal (21) zuführbar ist, um die Temperatur ( $T_{HDP}$ ) der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) unterhalb einer kritischen Betriebstemperatur ( $T_{KI}$ ) zu halten.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/04256

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02M53/00 F01P1/06 F01P3/12 F02M37/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02D F02M F01P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 11 218057 A (WALBRO) 10 August 1999 (1999-08-10)	1,5,6
Y	& US 6 009 859 A (ROCHE TE AL.) 4 January 2000 (2000-01-04) column 4, line 30 - line 56; figures	2,3
Y	FR 2 546 971 A (SAME) 7 December 1984 (1984-12-07) abstract; figures	2,3
A	US 5 647 331 A (SWANSON ET AL.) 15 July 1997 (1997-07-15) abstract; figures	1,5,6

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 June 2001

Date of mailing of the international search report

15/06/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kooijman, F

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l. Application No

PCT/DE 00/04256

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 147 (M-088), 17 September 1981 (1981-09-17) & JP 56 077514 A (ISEKI & CO LTD), 25 June 1981 (1981-06-25) abstract; figure ---	1-3
A	US 4 728 306 A (SCHNEIDER) 1 March 1988 (1988-03-01) the whole document ---	1,4-7
A	DE 198 18 421 A (BOSCH) 28 October 1999 (1999-10-28) abstract; figures -----	1



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/04256

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 11218057 A	10-08-1999	US 6009859 A	04-01-2000
FR 2546971 A	07-12-1984	DE 3420303 A	03-01-1985
		ES 532937 D	16-10-1985
		ES 8601402 A	16-02-1986
		GB 2140869 A,B	05-12-1984
		US 4539945 A	10-09-1985
US 5647331 A	15-07-1997	JP 9222055 A	26-08-1997
JP 56077514 A	25-06-1981	NONE	
US 4728306 A	01-03-1988	BR 8707954 A	20-03-1990
		EP 0334895 A	04-10-1989
		WO 8805123 A	14-07-1988
DE 19818421 A	28-10-1999	FR 2777950 A	29-10-1999
		JP 11336631 A	07-12-1999

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/04256

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
IPK 7	F02M53/00	F01P1/06 F01P3/12 F02M37/20
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
IPK 7 F02D F02M F01P		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 11 218057 A (WALBRO) 10. August 1999 (1999-08-10)	1,5,6
Y	& US 6 009 859 A (ROCHE TE AL.) 4. Januar 2000 (2000-01-04) Spalte 4, Zeile 30 - Zeile 56; Abbildungen	2,3
Y	FR 2 546 971 A (SAME) 7. Dezember 1984 (1984-12-07) Zusammenfassung; Abbildungen	2,3
A	US 5 647 331 A (SWANSON ET AL.) 15. Juli 1997 (1997-07-15) Zusammenfassung; Abbildungen	1,5,6
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *g* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
7. Juni 2001		15/06/2001
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Kooijman, F

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. rionales Aktenzeichen

PCT/DE 00/04256

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 147 (M-088), 17. September 1981 (1981-09-17) & JP 56 077514 A (ISEKI & CO LTD), 25. Juni 1981 (1981-06-25) Zusammenfassung; Abbildung ---	1-3
A	US 4 728 306 A (SCHNEIDER) 1. März 1988 (1988-03-01) das ganze Dokument ---	1,4-7
A	DE 198 18 421 A (BOSCH) 28. Oktober 1999 (1999-10-28) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/04256

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 11218057 A	10-08-1999	US 6009859 A	04-01-2000
FR 2546971 A	07-12-1984	DE 3420303 A	03-01-1985
		ES 532937 D	16-10-1985
		ES 8601402 A	16-02-1986
		GB 2140869 A, B	05-12-1984
		US 4539945 A	10-09-1985
US 5647331 A	15-07-1997	JP 9222055 A	26-08-1997
JP 56077514 A	25-06-1981	KEINE	
US 4728306 A	01-03-1988	BR 8707954 A	20-03-1990
		EP 0334895 A	04-10-1989
		WO 8805123 A	14-07-1988
DE 19818421 A	28-10-1999	FR 2777950 A	29-10-1999
		JP 11336631 A	07-12-1999

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**